LAS DATACIONES RADIOMÉTRICAS

CRÍTICA

Harold S. Slusher

Presentado en forma electrónica por
SEDIN - Servicio Evangélico de Documentación e Información
Apartado 126 - 17244 CASSÀ DE LA SELVA
(Girona) ESPAÑA

Publicado originalmente por SEDIN en 1980
Publicación original de diversas procedencias

Agradecimientos

SEDIN (*Servicio Evangélico de Documentación e Información*) desea manifestar su profundo agradecimiento a las siguientes entidades y personas que han hecho posible la presentación en castellano de esta serie Creación y Ciencia, facilitándonos los permisos para la publicación del material que aquí presentamos:

INSTITUTE FOR CREATION RESEARCH, de San Diego, California, dirigido por los Drs. Henry M. Morris y Duane T. Gish.
CREATION RESEARCH SOCIETY, de Ann Arbor, Michigan, y el Managing Editor, Dr. John N. Moore.
BIBLE-SCIENCE ASSOCIATION, de Minneapolis, Minnessota, dirigida por el Rev. Walter Lang.
Dr. JOHN C. WHITCOMB, Profesor de Antiguo Testamento en el Grace Theological Seminary de Winona Lake, Indiana, y a la editorial Presbyterian & Reformed Pub. Co.
Mr. R. G. ELMENDORF, ingeniero de Bairdford, Pennsylvania.
SPIRITUAL COUNTERFEITS PROJECT, y la BERKELEY CHRISTIAN COALITION de Berkeley, California.

SEDIN
Apdo. 126
17244 CASSÀ DE LA SELVA
(Girona) ESPAÑA

Harold S. Slusher

LAS DATACIONES RADIOMÉTRICAS

CRÍTICA

LIBROS *CREACIÓN y CIENCIA*

Harold S. Slusher es Profesor Auxiliar de Física en la Universidad de Texas en El Paso, donde también tiene el puesto de Director del Observatorio Sísmico Kidd Memorial. Ha estado durante muchos años encargado de los programas geofísicos y astrofísicos de esta institución. Posee grados académicos de la Universidad de Tennessee y de Oklahoma State, donde recibió el grado M.S. (Master) en geofísica, y ha hecho estudios graduados adicionales en la Universidad Estatal de New Mexico.

El Profesor Slusher es también profesor en Christian Heritage College, donde está al frente del nuevo programa de B.S. (licenciatura) en Ciencias Planetarias. Es Científico Investigador para el Instituto de Investigación de la Creación (ICR). Es miembro de la Junta de la Sociedad de Investigación de la Creación (CRS) y sirvió como corredactor del libro de texto de la CRS, *Biology: A Search for Order in Complexity.*

LAS DATACIONES RADIOMÉTRICAS —CRÍTICA

Publicado por SEDIN, con permiso de Institute for Creation Research.

Traducción del inglés: Santiago Escuain
Trabajo de escáner y primera revisión: Andreu-A. Escuain
Revisión 2003

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

Este libro que tiene usted en sus manos es un examen crítico-científico del estado en que se halla la disciplina de que se trata en relación con las teorías sobre los orígenes de la Tierra, del Universo y de la vida.

La cultura actual está dominada y encauzada por la ideología evolucionista. Según esta ideología, no existe ningún Relojero, ningún Creador que haya creado el Universo, ni que pueda intervenir en él. El evolucionismo pretende haber *demostrado científicamente* la realidad de estas afirmaciones, y los que defienden esta ideología están conduciendo la cultura actual hacia un énfasis en la pretendida evolución de la Humanidad, directora –dicen– de sus propios destinos en un Universo surgido sin propósito, sin significado y sin destino.

Este enfoque cultural e ideológico lleva, pues, a dos consecuencias, ambas corrosivas de la visión Bíblica de Dios, de Su creación y de los valores últimos:

A) El evolucionismo nos despersonaliza, inculcándonos la idea de que nuestra existencia es fortuita, sin propósito, sin origen ni destino. Esto lleva a la aceptación pasiva de la despersonalización y de la regimentación, como cosa totalmente lógica. Ello es consecuencia lógica de intentar eliminar al Creador de Su Universo. El intento de «liberar» al hombre de su Dios desemboca consecuentemente en la deshumanización del hombre, y en la más baja de las esclavitudes: la de enfrentarse a una pretendida «nada» con tal de huir de la presencia de nuestro Dios. Todo ello estaría muy en su sitio si esta ideología fuera cierta, y estuviese comprobada «científicamente», tal como su propaganda lo pretende.

B) En vista del admirable orden y propósito que se hace patente en el estudio del Universo y de todo lo que éste contiene, los que rechazan al Dios trascendente y Creador y Su Revelación, pero que se ven en la necesidad de aceptar, maravillados, la sublimidad de la Creación, no tienen otra alternativa que la de atribuir la eternidad, el poder y la deidad que se manifiestan en el orden de la Creación a la misma Creación. Así es como surge el Panteísmo y su consecuencia última, el Monismo –el intento más sistemático y consistente de explicar las cualidades sobrenaturales del Universo aparte de su Creador trascendente y personal (cf. Romanos 1:18-32). La serie a la que este libro pertenece desafía las pretensiones evolucionistas de haber demostrado científicamente el «hecho» de la evolución de la vida y sus consecuencias. Tal pretensión es falsa. No solamente no es cierto que hayan demostrado que la vida se haya autogenerado y evolucionado de niveles más bajos a niveles más y más elevados, sino que además es científicamente *imposible*. Invitamos al lector a sopesar cuidadosamente nuestra exposición del caso, y a decidir honestamente por sí mismo.

A la objeción que alguien podría presentar de que «Dios habría podido utilizar la evolución como método de Creación», daremos una respuesta breve: No se trata del *poder*

de Dios tanto como del *carácter moral* de Dios y de lo que Dios nos ha revelado, tanto acerca de Su carácter como de la manera en que creó. Dios *no* utilizó este método. Por lo menos *no el Dios de la Biblia*. Según la Biblia, *la muerte entró en el mundo después del pecado del hombre,* cabeza federal de la Creación. La objeción de que este relato es alegórico implica haber prejuzgado la cuestión precisamente objeto de debate, dando por sentado que el relato no es históricamente cierto, lo que no procede. Además, es imponer un sacerdocio, el de la ciencia, entre el creyente y Dios y Su Palabra, con el fin de interpretar la Revelación en base de este sacerdocio intermedio, lo que es totalmente improcedente. Con respecto al carácter moral de Dios, está contra de todo lo que la Biblia nos enseña sobre Él el suponer que Él creara por medio de ensayos, de prueba y error, por medio de la eliminación de los débiles por parte de los fuertes, de la lucha competitiva, hasta llegar por estos medios al Hombre. Esto haría de Dios el autor de la lucha, del egoísmo, de la brutalidad —¡como medios dispuestos por Dios para hacer avanzar Su creación por un camino de progreso evolutivo! De nuevo, volviendo a la Biblia, vemos que toda esta crueldad y rapiña que hallamos a nuestro alrededor son *consecuencia* del pecado cometido en el seno de una creación buena y perfecta, la cual cayó sometida a vanidad al caer Adán y Eva en rebeldía contra el Creador, cayendo de una posición de inocencia y dependencia en que estaban a una posición de pecado y sus consecuencias. Dios creó un mundo en paz, un mundo dichoso. Fue la rebelión contra Dios lo que introdujo el caos, la penuria y la lucha por la existencia y la rapiña donde antes reinaba la armonía.

Más de 100 años de propaganda evolucionista ha puesto a grandes sectores de la Cristiandad a la defensiva, los cuales se han apresurado a «armonizar» Génesis, capítulos 1–11, con los «hallazgos de la ciencia», hipotecando gravemente su testimonio y su visión de la naturaleza de Dios, del Hombre y de toda la Revelación en general. Pero se han apresurado demasiado en sus deseos de contemporizar con el mundo, pues el evolucionismo *no es una conclusión científica,* como falsamente afirman la inmensa mayoría de sus propagandistas, *sino una premisa filosófica materialista* sobre la que los no creyentes, científicos o no, *tienen* que construir una visión del mundo atea o panteísta, mezclando hábilmente los ingredientes filosóficos con datos científicos seleccionados, y apartando otros muchos datos científicos que no convienen. En palabras de Carl F. von Weizsacker, físico y astrónomo materialista:

> «No es por sus conclusiones, sino por su punto de partida metodológico por lo que la ciencia moderna excluye la creación directa. Nuestra metodología no sería honesta si negase este hecho. No poseemos pruebas positivas del origen inorgánico de la vida ni de la primitiva ascendencia del hombre, tal vez ni siquiera de la evolución misma, si queremos ser pedantes.»
>
> *La Importancia de la Ciencia,* Ed. Labor,
> Nueva Colección Labor, nº 27, p. 125 (Barcelona, 1972).

No es, pues, que la evidencia de que el evolucionismo sea absurdo y anticientífico sea endeble. En todos los campos (Paleontología, Geología, Biología, etc.) se puede ver con toda facilidad que no goza de ningún apoyo científico. Y la termodinámica y la fisicoquímica le asestan un golpe definitivo. La verdadera dificultad ante la que la mayor parte de las personas se estrellan es que el abandono del evolucionismo implicaría la aceptación total del Creador y ... esto es lo último que se quiere hacer. Porque aceptar al Creador implicaría aceptar que el Creador ha hablado, implicaría aceptar Su Revelación y el lugar que nos corresponde como criaturas de Su mano. Y esto en realidad ya no es un problema científico, sino que es un problema *muy personal,* el orgullo humanista, o la soberbia: justamente la verdadera causa de nuestro alejamiento de Dios, la actitud en que cayó Adán en su acción de desobediencia, y que nosotros hemos heredado.

TODAS las posturas sobre los orígenes tienen tremendos efectos personales... excepto en las personas que afectan ante estos asuntos una indiferencia improcedente y voluntariosa. En este sentido no existe la pretendida «objetividad» científica. Por el contrario, la intensa importancia del tema debería llevamos a examinar con todo interés: «¿Qué hay de cierto en las pretensiones evolucionistas?» «¿Ha hablado Dios y se ha manifestado Dios a los hombres?» «Si es así: ¿Qué ha dicho y qué ha hecho?»

En esta serie se demuestra desde el criterio científico la insostenibilidad de la postura evolucionista. Las consecuencias, consistentes en que la realidad es que el Creador trascendente nos ha creado son tremendas, y aquí solamente se pueden bosquejar:

–Dios no solo ha creado al hombre y al mundo en el que él habita. Dios también ha hablado, y Su palabra ha sido recogida en los 66 libros que forman la Biblia.

–La Biblia nos da la explicación no solamente de la grandeza del hombre, sino también de su depravación y responsabilidad moral. El hombre está caído en pecado ante un Dios Justo y Santo, como resultado de la caída primera de Adán y Eva al comienzo de la historia.

–Pero está escrito en la Biblia que

> «De tal manera amó Dios al mundo, que ha dado a su Hijo unigénito, para que todo aquel que en él cree, no se pierda, mas tenga vida eterna».
>
> (Evangelio según San Juan, capítulo 3, versículo 16.)

–Dios tiene un propósito en Su creación. Una creación en la cual, caída ella, Él interviene en Redención y en Juicio. ¿Cuál será tu porción?

1

La edad de la Tierra y su determinación

Es esencial una investigación de la edad de la Tierra y de los tiempos en que ocurrieron diversos acontecimientos geológicos en todo estudio de la historia física de la Tierra. El evolucionista precisa de vastos lapsos de tiempo en la historia de la Tierra. Su hipótesis acerca del origen y desarrollo de la vida sobre la Tierra afirma que se produjeron unos cambios casi imperceptibles de manera muy gradual durante vastas épocas para producir el mundo tal como lo vemos ahora ante nosotros. Este concepto tiene que alimentarse de tiempo. No se puede minimizar la importancia del estudio de la datación de los acontecimientos físicos de la Tierra y del Universo para llegar a la verdad sobre el pasado.

Sólo se puede percibir el tiempo por los sucesos que transcurren él. Pero en el estudio de la Tierra nunca observamos los sucesos del pasado, sino tan sólo los efectos de estos sucesos en las rocas de la tierra. El estudiante de la tierra trata de deducir, a partir del estudio de las rocas, los sucesos que dieron origen a los varios efectos observados. En todos los estudios del pasado, pero muy principalmente en geocronología, es tremendamente importante mantener las verdaderas observaciones separadas de las inferencias especulativas. Es muy fácil combinarlas en la investigación de un problema tan complicado como el de la geocronología, pero son muy diferentes. Los hechos son ciertos, pero las inferencias son derivadas de los hechos y pueden ser ciertas o falsas, o sólo parcialmente ciertas.

En muchos de los trabajos efectuados por geocronólogos no es siempre fácil separar los hechos de las hipótesis, dado que muchas veces no ponen en claro dónde terminan los hechos y comienzan las suposiciones. A menudo parece que los científicos quieran obligar a la ciencia a expresar la filosofía que sostienen sobre la historia de la Tierra en el pasado.

El geólogo dice que, esencialmente, el pasado debería ser interpretado a la luz del presente —«el presente es la clave del pasado». A pesar de que el estudio de estos procesos ha continuado a un ritmo constantemente acelerado durante décadas, aún estamos en una ignorancia asombrosa de muchos de los más simples detalles de lo que está sucediendo en el presente, tales como corrientes oceánicas, sedimentación, causas de las capas glaciales, comportamiento de la subcorteza, leyes que gobiernan el flujo de las corrientes de agua, etcétera. Además, muchos de los datos de que disponemos de la tierra indican que las tasas de los procesos que operan en la actualidad han sido radicalmente diferentes en el pasado. Sucesos catastróficos del pasado pueden haber alterado radicalmente la distribución de minerales radiactivos y de sus productos de desintegración, por ejemplo. El volcanismo en

gran escala, como el que aconteció en el pasado, alteraría radicalmente la relación carbono-14/carbono-12 (C^{14}/C^{12}) en la atmósfera, afectando así al «reloj» de C^{14}. La postura de que «el presente es la clave del pasado», si se refiere a tasas de actividad, no tiene ninguna base científica.

La determinación de las fechas en que sucedieron los varios acontecimientos geológicos depende primero de la determinación de tasas de actividad, tales como la de desintegración del uranio y otros elementos radiactivos a sus elementos descendientes, tasas de la afluencia de las sales en el océano, etc. Estas tasas pueden haber sido diferentes en el pasado, y no iguales a cuando se efectuó la medición. Segundo, la determinación depende de las condiciones iniciales, que no se pueden determinar de ninguna manera directa, como por ejemplo las relaciones iniciales de elemento inicial/final en las series radiactivas. El tercer factor incluye hipótesis sobre el origen de la corteza terrestre.[1]

La naturaleza altamente especulativa de la geocronología aparece bastante obvia a la luz de las muchas suposiciones involucradas. Cuando uno considera la manera dogmática en que se utilizan sus cuestionables hallazgos, se queda asombrado, si no indignado, ante la aparente deshonestidad intelectual involucrada en ello.

La Segunda Ley de la Termodinámica dice que todos los procesos naturales son deteriorativos o degenerativos. Los procesos naturales están cambiando en el Universo de una manera similar al destensamiento del muelle de un reloj, que pierde organización por el funcionamiento del reloj. Debe haber un agente exterior activo que haga el «reloj» y que «le dé cuerda» para empezar. No es posible ir atrás en el tiempo en una situación en la que continuamente se da una acción desorganizadora y llegar a una descripción singular de condiciones pasadas. El método científico no es aplicable en el pasado en el que no hubo observaciones.

A la tierra se le han asignado casi tantas edades como número de personas que han dado atención a este asunto. A lo largo de los años; el evolucionista ha empujado la edad más y más atrás hacia un pasado más distante y remoto. Ha utilizado varias técnicas para llegar a estas edades. No obstante, en años recientes, los creacionistas que han estudiado estas técnicas han hallado serios fallos en las mismas y han efectuado correcciones muy significativas a las técnicas, correcciones que parecen ser exigidas por los datos. Las correcciones han indicado edades recientes para acontecimientos geológicos que, por los

---

[1] Los siguientes artículos muestran los puntos de vista que mantienen los defensores de dos campos diferentes en cuanto a la nucleogénesis de los elementos en la corteza de la tierra: Gerling, E. K. (1942). Edad de la Tierra según los datos de la Radiactividad, *Compt. Rend. Acad. Sci.* U.R.S.S., 34, 259-261. Houtermans, F. G. (1946). lsotopenhaufigkeiten Im Naturlichen Blei un das Alter des Urans, *Naturwissenchaften,* 33, 185-186; Houtermans, F. G. (1947). Das Alter des Urans, *Z. Naturforsch., IIa,* 322-328; Holmes, Arthur (1946). Estimate of the Age of the Earth, *Nature,* 159:127-128; Jeffreys, H. (1948). Lead Isotopes and the Age of the Earth, *Nature*, 162:822-823; Bullard, E. C., y Stanley, J. P. (149). The Age of the Earth, *Suomen Geodeettisen Laitoksen, julkaisuja: Verofentl. Finnisch. Geodat Inst,* n.° 36:3340; Alpher, R. A., y Herman, R. C. (1951). The Primeval Lead Isotopic Abundances and the Age of Earth Crust, *Phys. Rev.* 84:1.111-1.114.

mismos métodos radiactivos, los actualistas pretendían que habían tenido lugar hace largas eras.

Ha habido muchos intentos de determinar la edad de la tierra en el pasado. Helmholtz calculó su edad mediante la tasa de contracción del sol, Kelvin a partir de flujos de calor, Joly a partir de 1a afluencia de sal al océano, Holmes a partir de ciertas mediciones de radiactividad, e investigadores recientes han utilizado una amplia gama de técnicas radiométricas. Muchos de estos investigadores han sido guiados por presuposiciones evolucionistas. La exigencia de más y más tiempo por parte de las teorías que tratan el mecanismo de la evolución ha llevado a una escala de tiempo de gran elasticidad. (Ningún lapso de tiempo es lo suficientemente grande —cuanto más tiempo mejor). Fred Whipple ha señalado que, como promedio, la «edad» de la tierra se ha ido doblando cada 15 años durante los últimos tres siglos.[2] Actualmente, los evolucionistas mantienen, con una total certidumbre, que la «edad» promedio a partir de varias técnicas radiométricas es de 4,6 mil millones de años (con un error de unos pocos cientos de millones de años). Después de todas las afirmaciones que han hecho en el pasado que se han demostrado falsas, todavía pretenden estas afirmaciones con completa autosuficiencia.

La mayor parte de los creacionistas, por otra parte, ven la evidencia respecto a la edad de la tierra como indicadora de una edad entre 7.000 a 10.000 años. Mantienen que no sólo es mediante varios indicadores físicos de naturaleza no radiométrica, sino que los indicadores radiométricos mismos indican vigorosamente una edad reciente.

[2] Cloud, Preston ed. (1970). *Adventures in Earth History,* W. H. Freeman and Co., San Francisco, pág. 101.

2

Criterios sobre geocronómetros utilizables

Los relojes geológicos trabajan bajo la suposición de que se va produciendo alguna cantidad física a una tasa constante. El reloj puede dar el tiempo transcurrido si conocemos cuanta de la cantidad física estaba presente cuando el reloj empezó a funcionar (Q_0), su tasa de producción (R), y la cantidad presente de la cantidad (Q). Considerándolo de esta manera simplificada, todo lo que necesitaríamos hallar para encontrar el tiempo geológico (t) con este reloj seria dividir la cantidad física producida (ΔQ) durante algún intervalo (t) por su tasa constante (R), y tendríamos:

$$t = \frac{\Delta Q}{R} = \frac{Q - Q_0}{R}$$

Son varios los relojes que se utilizan en la actualidad para determinar el tiempo geológico. Examinaremos más tarde algunos de los sistemas de datación radiométrica para ver si son relojes válidos, pero por el momento consideraremos los criterios de un reloj válido.

¿Qué criterios debe cumplir un «reloj» para ser un indicador válido de tiempo geológico?

A. Debe haber algún cambio en alguna cantidad física con el tiempo, y los cambios físicos involucrados en el reloj deben ser tales que se puedan medir de una manera comprensible.

B. El reloj debe tener una exactitud y una sensibilidad que sean suficientes para medir los intervalos en cuestión.

C. ¿Cuánta cuerda tenía el reloj para empezar? ¿Había ya alguna cantidad de la entidad física que medimos cuando el reloj empezó?

D. El reloj tiene que marchar a una velocidad constante. Si va rápido parte del tiempo y lento en otras ocasiones, necesitaremos información de ello a fin de poder así tenerlo en cuenta. En realidad esto parece imposible, ya que no podemos ir atrás al pasado geológico para obtener esta información. Aún más, necesitamos saber si el reloj ha estado todo el tiempo funcionando, o si tan sólo durante parte de él.

E. El reloj no debe haber sido «reajustado» en ninguna manera. Por ejemplo, puede que no todo el Pb (plomo) que recibe el nombre de «radiogénico» lo sea, sino que también

hayan intervenido reacciones neutrónicas para formar este plomo, adelantando así «las agujas» del reloj y reajustándolo.

Estas condiciones deben cumplirse estrictamente si va a emplearse un proceso físico en absoluto como reloj. Examinemos ahora algunos de los métodos radiométricos para comprobar si cumplen estos criterios.

3

Crítica de los Métodos de Datación Radiométrica

Arthur Holmes ha afirmado: «Hasta el descubrimiento de la radiactividad, los geólogos estaban en una posición análoga a la de un historiador que supiese, por ejemplo, que la invasión romana de Inglaterra fue seguida por la conquista normanda, y que estos dos acontecimientos sucedieron antes de la batalla de Waterloo, pero que no pudiera hallar ningún registro de las fechas de éstos o de los otros grandes sucesos de la historia.»[3] Afirmó también que hasta el descubrimiento de la radiactividad los geólogos habían establecido solamente una cronología relativa —«una cronología sin años».[4] Resaltó que la radiactividad suministra un método para establecer una cronología absoluta.

En principio, la datación radiactiva funciona similarmente a un reloj de arena para dar una medida del tiempo (ver la figura 1). Si sabemos que la arena tarda 60 minutos en descender de la cámara superior a la inferior, entonces sabemos que, como promedio, cae 1/3.600 de la cantidad total de arena por segundo a la cámara inferior (ya que una hora tiene 3.600 segundos). Para saber el número aproximado de segundos que han pasado, o el tiempo que ha pasado desde que la arena empezó a caer cuando aún no ha transcurrido una hora, podríamos medir la cantidad de arena que ha caído hasta aquel instante y dividirla por la cantidad que cae por segundo.

En los primeros tiempos de los métodos de datación radiométrica, se utilizaba de manera similar la desintegración radiactiva de ciertos elementos para determinar la edad de la tierra y asignar fechas a los varios sucesos geológicos. Por ejemplo, en el caso del isótopo del uranio de peso atómico 238, cada segundo se descompone un $4{,}9 \times 10^{-18}$ de la masa del uranio (cualquiera que ésta sea) a torio de peso atómico 234. El torio se desintegra entonces a protoactinio, y así siguiendo la serie hasta el radio y el radón, terminando en el plomo de peso atómico 206. Entonces, se tomó aproximadamente la edad como

$$\frac{\text{cantidad de } Pb^{206} \text{producido por desintegración del } U^{238}}{(\text{velocidad de conversión del } U^{238} \text{a } Pb^{206})/(\text{cantidad de } U^{238} \text{presente})} = \frac{Pb^{206}}{\lambda_{238} U^{238}}$$

[3] Holmes, Arthur (1965). *Principles of Physical Geology,* Ronald Press, New York, pág. 346.
[4] *Ibid.*, pág. 346.

En la actualidad, no obstante, los geocronólogos utilizan una fórmula más exacta que ésta. Será conveniente ahora pasar revista a la física de los métodos radiométricos de datación.

$$\text{tiempo (años)} = \frac{\text{átomos de plomo}}{\text{átomos de uranio perdidos por año}}$$

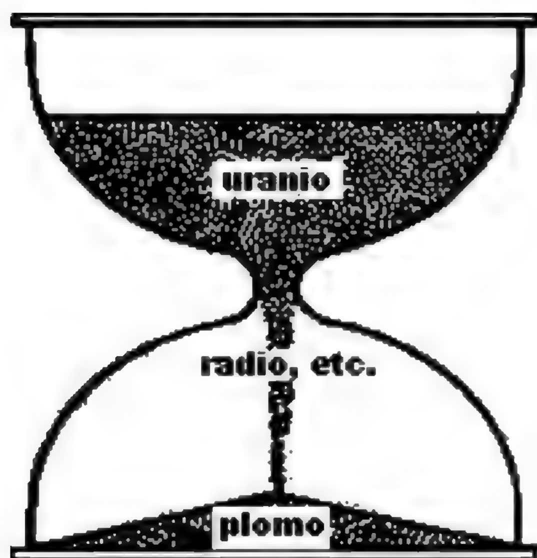


Figura 1. La desintegración radiactiva cuenta el tiempo como un reloj de arena

---

A. LA FÍSICA DE LAS DATACIONES RADIOMÉTRICAS

1. ESTRUCTURA ATÓMICA

La materia está compuesta de átomos que se combinan para formar moléculas, que a menudo quedan distribuidas en cristales. Cada átomo tiene un núcleo central de 10^{-12} a 10^{-13} centímetros de diámetro y que contiene protones y (generalmente) neutrones. Los protones son unas partículas con carga eléctrica positiva y que tienen una masa de $1{,}67 \times 10^{-24}$ gramos. Un neutrón es eléctricamente neutro, y posee una masa ligeramente superior a la del protón. Según Henry Faul, la materia nuclear es tan densa que un núcleo imaginario de 30 centímetros de diámetro pesaría tanto como 42 kilómetros cúbicos de roca, lo que sobrepasa la capacidad de todos los camiones y vagones de carga de todo el mundo a plena

carga.[5] El núcleo está rodeado por una nube esférica de electrones de un diámetro de unos 10^{-8} centímetros. Henry Faul señala que en nuestro imaginario núcleo «sus electrones más exteriores estarían a más de 1,5 kilómetros».[6] El electrón es una partícula sumamente pequeña (posee aproximadamente el 1/1.840 de la masa del protón).

Ya que el neutrón y el protón poseen aproximadamente la misma masa, el número de estas partículas (protones y neutrones) dentro de un núcleo da la masa del núcleo tomando como unidad la masa del neutrón. A este número se le llama MASA ATÓMICA del átomo. El número de protones dentro del núcleo del átomo es el NUMERO ATÓMICO del elemento, y éste es igual al número de electrones en la nube electrónica del átomo si éste es eléctricamente neutro (sin desequilibrio de cargas eléctricas). Si el átomo ha perdido o ganado electrones, está positivamente y negativamente cargado, respectivamente, y se dice que está ionizado.

Una determinada especie de átomo recibe el nombre de núclido. Los núclidos de la misma masa atómica A, pero de diferentes números atómicos, reciben el nombre de isóbaros. Los núclidos que tienen el mismo número de protones, pero diferente número de neutrones reciben el nombre de ISÓTOPOS de aquel elemento particular. Debido a que tienen el mismo número atómico y por lo tanto el mismo número de electrones, todos los isótopos de cualquier elemento poseen las mismas propiedades químicas. Los isótopos sólo difieren en su masa atómica.

Cuando escribimos ${}_{Z}E^{A}$, queremos decir que el elemento E con un número atómico Z tiene Z protones, A protones y neutrones, y (A-Z) neutrones dentro del núcleo. Así, ${}_{92}U^{238}$ especifica que este particular núcleo de uranio contiene 92 protones y 146 neutrones, y que su masa atómica es 238 (= 92 + 146).

La partícula alfa (partícula α) es prácticamente idéntica al núcleo de helio, y se denota mediante el símbolo ${}_{2}He^{4}$, que significa que está compuesta de 2 neutrones y de 2 protones. La partícula beta (partícula β), denotada por ${}_{-1}e^{0}$, posee una masa muy pequeña comparada con la del protón, y es portadora de la misma carga eléctrica que el electrón. Los rayos gamma (rayos γ) son una radiación electromagnética similar a los rayos X, pero de frecuencia más elevada.

2. Radiactividad.

RADIACTIVIDAD es el término aplicado a aquellos fenómenos naturales en los que el núcleo de un átomo deviene inestable y emite o «expulsa» una partícula α o β Generalmente, este suceso va acompañado de la emisión de varias radiaciones.

---

[5] Faul, Henry (1966). *Ages of Rocks, Planets, and Stars*. McGraw-Hill, Inc., New York, pág. 2.
[6] *Ibid.*, pág. 3.

Un núcleo radiactivo puede desintegrarse de modos diferentes. El núcleo puede emitir una partícula a alta velocidad. En la desintegración alfa, el número atómico (Z) del núcleo disminuye en dos a causa de la emisión de dos protones, y el número de masa (A) disminuye en cuatro. La energía cinética (energía de movimiento) de las partículas alfa es generalmente de varios millones de electrón-voltios (Mev). Un Mev es la energía cinética adquirida por un electrón al caer a través de una diferencia de potencial de un millón de voltios.

Otro modo de desintegración radiactiva es la desintegración beta. Probablemente, este tipo de desintegración involucra la partición de un neutrón a un protón y un electrón, con la emisión del electrón como partícula beta. El número de protones en un núcleo que sufre desintegración beta aumenta en uno, y el núcleo originario pasa a ser el núcleo del siguiente elemento más elevado en orden en la tabla periódica. La energía de la partícula beta emitida por el núcleo puede ser desde cero hasta el máximo conseguible para la transición.

Puede haber desintegración por captura de electrón. El núcleo captura un electrón de la capa más interna de la nube electrónica, y el electrón se combina con un protón, transformándolo en un neutrón. La captura de electrón reduce el número atómico en uno, dejando la masa atómica constante. El núcleo producido por captura de electrón puede quedar en un estado excitado, y puede entonces pasar a un estado inferior de energía emitiendo el exceso en forma de rayos gamma.

Como resultado de estas acciones, el núcleo pierde sus características originales y viene a ser el núcleo de un átomo diferente. La radiactividad se da naturalmente en todos los elementos que tienen un número atómico mayor que 80, aunque, en algunos casos aislados, también se presenta en elementos de número más bajo: el potasio, con número atómico 19, es radiactivo.

El radio, que es un metal muy denso, emite partículas α y se transmuta lentamente en un nuevo elemento que aparece en su lugar. Si adquiriésemos 100 gramos de radio, nuestros descendientes se encontrarían con que al cabo de unos 1.600 años solamente quedaría la mitad. Al intervalo de tiempo que se precisa para que la se desintegre la mitad de la cantidad de sustancia radiactiva se le da el nombre de VIDA MEDIA. La constante de desintegración es la proporción de sustancia que se desintegra por unidad de tiempo. A diferencia de las tasas lineales de «agotamiento» de la mayor parte de los procesos de la vida normal, la desintegración radiactiva es un proceso exponencial. Esto queda ilustrado en la Figura 2. Para una lista de algunos de los núclidos de vida más prolongada, consultar la Tabla 1.

Así, algunos elementos químicos cambian espontáneamente a otros por transmutación natural. Además de estas transmutaciones naturales, las partículas emitidas por estos elementos pueden causar la transmutación de los núcleos de otros elementos en sus cercanías. Además, por el bombardeo de átomos estables de casi cualquier elemento con

partículas de alta energía, se pueden producir nuevos elementos radiactivos, cada uno de ellos con un árbol genealógico de núclidos radiactivos que finalizan en algún átomo estable.

3. LAS SERIES RADIACTIVAS.

Los elementos radiactivos se pueden clasificar en grupos o en series de tal manera que cualquier elemento del grupo está formado por la desintegración del elemento anterior a él (véanse la Figura 3*a* y la 3*b*). Son pocos los grupos que aparecen naturalmente, y hay otros grupos que se pueden producir mediante el bombardeo de átomos con neutrones a alta velocidad, protones, etc. Algunas de las series que se encuentran naturalmente y que son de interés en el datación radiométrica son: (1) la serie uranio-radio, empezando con el U^{238} y acabando en el Pb^{206}; (2) las series del actinio, empezando con el U^{235} y acabando con el Pb^{207}; (3) la serie del torio, empezando con el Th^{232} y acabando en el Pb^{208}; (4) la serie rubidio-estroncio, empezando con el Rb^{87} y acabando en el Sr^{87}; (5) la serie potasio-argón, empezando con el K^{40} y acabando en el Ar^{40} (6) la serie del carbono-14, empezando con C^{14} y acabando en el N^{14} (nitrógeno-14).

4. DESINTEGRACIÓN RADIACTIVA.

Mediante la desintegración radiactiva, el Potasio-40 se convierte en argón. ¿Cuánto tiempo se precisa para efectuar esta transformación? ¿Cuánto tiempo se necesita para que una cantidad de potasio se transforme en argón? Esta transformación ¿se efectúa de manera uniforme, con una tasa constante? Consideremos las respuestas a estas preguntas en lo que concierne a los elementos radiactivos.

No hay manera de predecir cuándo se desintegrará un átomo determinado de un elemento radiactivo. Puede expulsar una partícula α o una partícula β dentro de unos pocos segundos, o puede permanecer estable por un tiempo muy largo. Si quisiéramos ponernos a observar unos pocos átomos radiactivos podría ser que no tuviéramos ni tiempo de acomodarnos, o podría ser que pudiéramos tomarnos una larga siesta (quizás de millones de años) antes de que sucediera nada. Pero si tenemos un gran número de átomos de un elemento radiactivo, entonces la cosa cambia, porque habrá desintegraciones radiactivas constantemente.

(*Pasa a la página 22*)

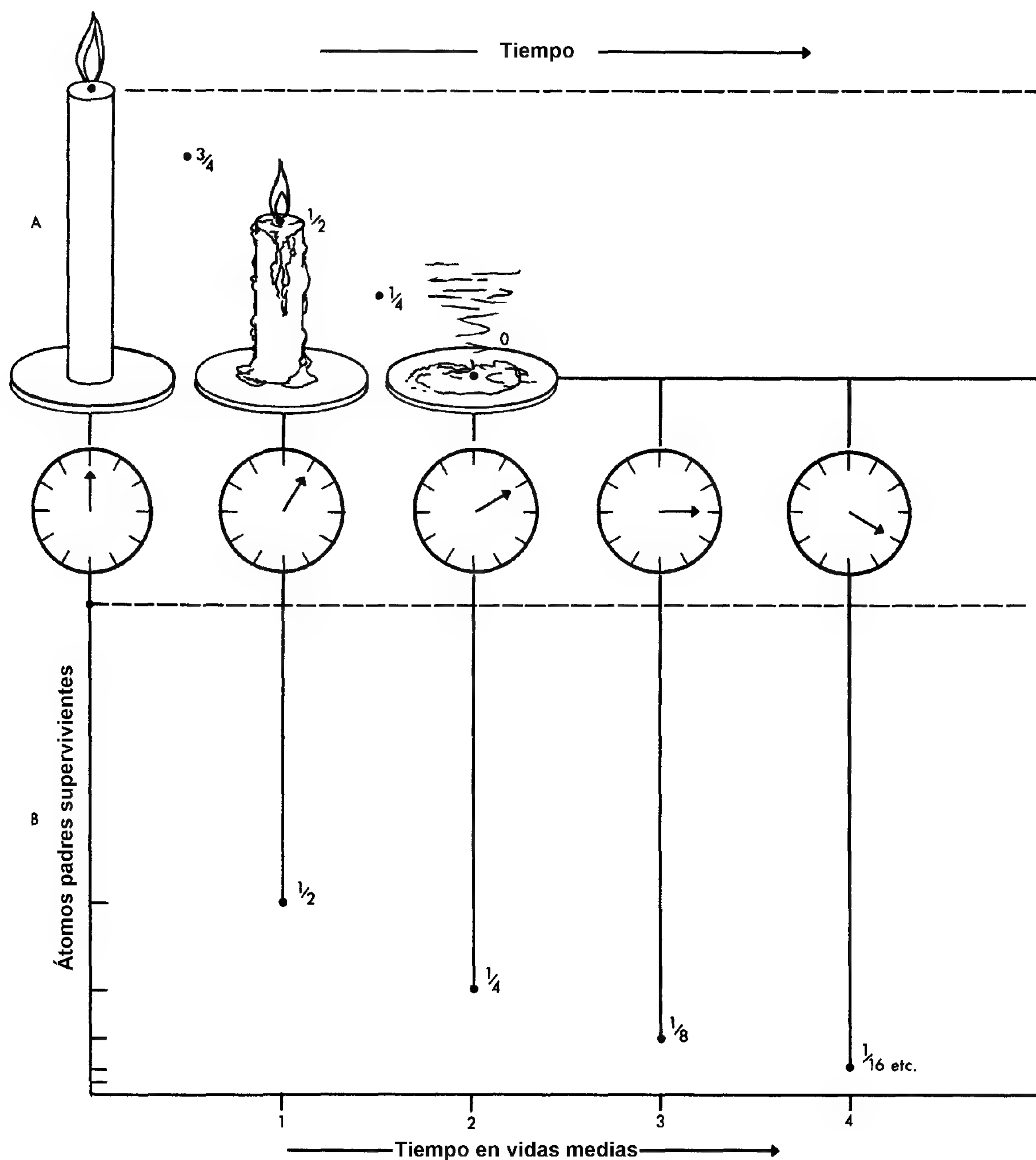


Figure 2. (A) Línea recta uniforme que representa el agotamiento de la mayor parte de los procesos en la vida diaria. (B) Por el contrario, la línea de desintegración radiactiva se aproxima indefinidamente a la línea cero asintóticamente. El final de un intervalo de vida media es el principio del siguiente.

TABLA 1 — NÚCLIDOS DE LARGO PERÍODO DE VIDA MEDIA			
Padre	**Hijo**	**Vida media**	**Tipo de desintegración**
Potasio-40	Argón-40	1,3 X 10^{9} total	Captura de electrón
	Calcio-40		Beta
Vanadio-50	Titanio-50	~ 6 X 10^{15} total	Captura de electrón
	Cromo-50		Beta
Rubidio-87	Estroncio-87	4,7 X 10^{10}	Beta
Indio-115	Estaño-115	5 X 10^{14}	Beta
Teluro-123	Antimonio-123	1,2 X 10^{13}	Captura de electrón
Lantano-138	Bario-138	1,1 X 10^{11} total	Captura de electrón
	Cerio-138		Beta
Cerio-142	Bario-138	5 X 10^{15}	Alfa
Neodimio-144	Cerio-140	2,4 X 10^{15}	Alfa
Samario-147	Neodimio-143	1,06 X 10^{11}	Alfa
Samario-148	Neodimio-141	1,2 X 10^{13}	Alfa
Samario-149	Neodimio-145	~ 4 x 10^{14} ?	Alfa
Gadolinio-152	Samario-148	1,1 X 10^{11}	Alfa
Disprosio-150	Gadolinio-152	2 X 10^{14}	Alfa
Hafnio-174	Yterbio-170	4,3 X 10^{15}	Alfa
Lutecio-176	Hafnio-176	2,2 X 10^{10}	Beta
Renio-187	Osmio-187	4 X 10^{10}	Beta
Platino-190	Osmio-186	7 X 10^{11}	Alfa
Plomo-204	Mercurio-200	1,4 X 10^{17}	Alfa
Torio-232	Plomo-208	1,41 X 10^{10}	8 Alfa + 4 Beta
Uranio-235	Plomo-207	7,13 X 10^{8}	7 Alfa + 4 Beta
Uranio-238	Plomo-206	4,51 X 10^{9}	8 Alfa + 6 Beta

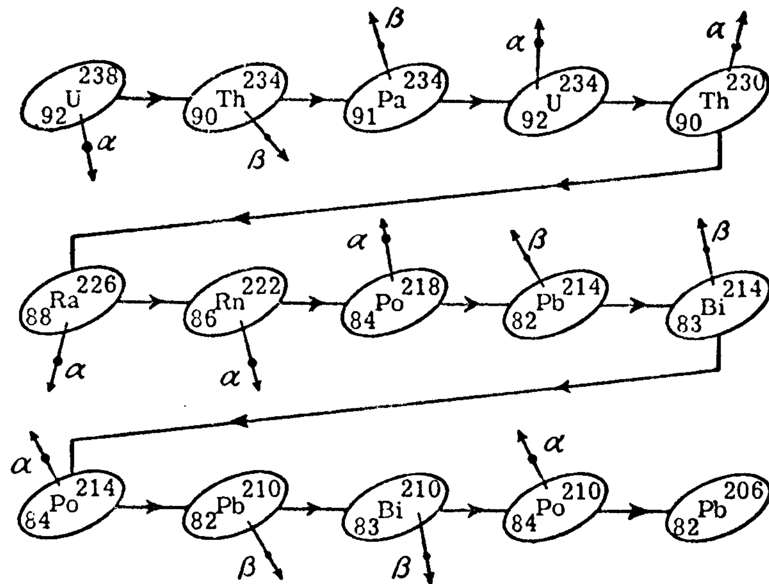


Figura 3(a). Las series uranio-radio de desintegración radiactiva. El índice inferior es el número de protones en el núcleo, o número atómico Z. El índice superior es la suma de los protones y de los neutrones en el núcleo, denominado generalmente el número de masa A. Con la emisión de una partícula α $_2He^4$, *debido a que contiene dos protones y dos neutrones,* A *queda disminuido en 4, y* Z *en 2, Cuando es expulsada una partícula* β, $_{-1}e^0$, A *permanece constante y* Z *se incrementa en 1.*

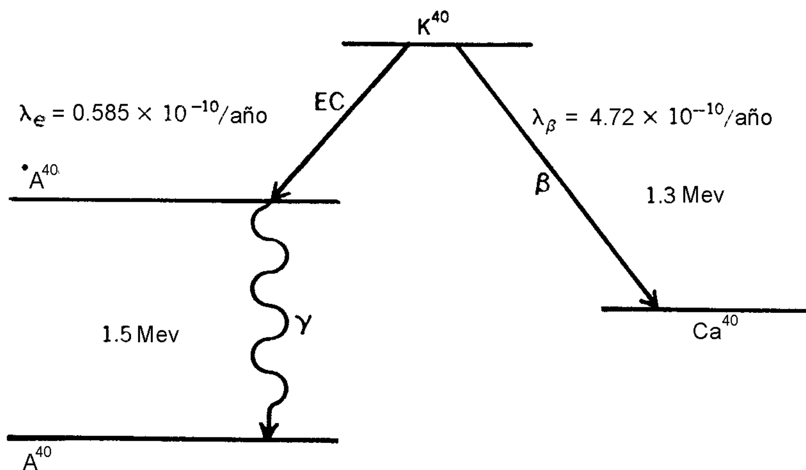


Figura 3(b). Esquema de la desintegración del potasio-40. La captura de electrón (EC) produce argón-40 en estado excitado, que se desintegra al estado de equilibrio con emisión de rayos gamma.

(*Viene de la página 18*)

Si $T^{1/2}$ es la vida media de un elemento radiactivo y N_0 es el número de átomos inicial (a t = 0 segundos), tendríamos $N_0/2$ átomos al cabo de $T^{1/2}$ segundos. De estos No/2 átomos, la mitad de ellos se desintegrarían durante los siguientes $T^{1/2}$ segundos. No importa cuántos átomos tengamos en cualquier momento, la mitad de ellos se habrán desintegrado $T^{1/2}$ segundos después. La constante de desintegración λ de un elemento es la fracción de átomos que se desintegran por segundo. La actividad de una muestra radiactiva es una medida del número de desintegraciones que sufre la muestra cada segundo. Cuando la velocidad de producción de átomos de una especie iguala a la velocidad de desintegración, existe equilibrio para los miembros dé la serie radiactiva.

Desarrollemos una expresión matemática, con un tratamiento más bien elemental, que describe el desintegración radiactiva. Consideremos que la desintegración radiactiva tiene lugar en un intervalo de tiempo t, y digamos que t se puede dividir en n intervalos pequeños e iguales de tiempo $[\Delta t = (t/n)]$. N_0 es el número de átomos del elemento presentes al principio del tiempo t, y N será el número de átomos que queden al finalizar el tiempo t. λ representará la fracción de átomos que se desintegran por unidad de tiempo.

En el corto intervalo de tiempo Δt se desintegrarán $\lambda\Delta t$ veces N_0 átomos. El número de átomos que quedarán será el original menos el perdido por la desintegración, y tendremos $N_0 - N_0\lambda\Delta t$, que se puede expresar como $N_0(1 - \lambda\Delta t)$.

En el segundo corto intervalo Δt los átomos se desintegrarán otra vez en la misma (supuesta) proporción constante. Así, se multiplica $N_0 - N_0\lambda\Delta t$ por $\lambda\Delta t$ para hallar el número de átomos desintegrados. Esto nos da $N_0\lambda\Delta t - N_0\lambda^2\Delta t^2$. Restando esto del número de átomos que quedaban al principio del segundo corto intervalo de tiempo encontramos el número que queda al final del segundo intervalo:

$$\begin{aligned} & N_0 - N_0\lambda\Delta t - (N_0\lambda\Delta t - N_0\lambda^2\Delta t^2) \\ &= N_0 - N_0\lambda\Delta t - N_0\lambda\Delta t + N_0\lambda^2\Delta t^2 \\ &= N_0 - 2N_0\lambda\Delta t + N_0\lambda^2\Delta t^2 \\ &= N_0(1 - 2\lambda\Delta t + \lambda^2\Delta t^2) \end{aligned}$$

lo cual es igual a $N_0(1 - \lambda\Delta t)^2$, que es la cantidad de átomos que quedan al final del segundo intervalo Δt. Podríamos ir al tercer intervalo Δt, y tendríamos $N_0(1 - \lambda\Delta t)^3$, y al cuarto intervalo, donde tendríamos $N_0(1 - \lambda\Delta t)^4$, y así iríamos siguiendo. Consideremos n intervalos de Δt.

Después de n intervalos de Δt, el número de átomos que quedarán será $N_0(1 - \lambda\Delta t)^n$.

Ahora, sean $n\Delta t$ de intervalos de tiempo en el tiempo total t. Así, $n\Delta t = t$ ó $\Delta t = t/n$. Sustituyamos t/n en lugar de Δt en la expresión general del número de átomos que quedan.

Así, $N_0(1 - \lambda\Delta t)^n$ se transforma en $N_0(1 - \lambda t/n)^n$. Esto lleva a una ecuación que nos da la ley de la desintegración, que expresa la cantidad de átomos restantes N en cualquier momento en la muestra. Así, $N = N_0(1 - \lambda t/n)^n$.

Para conseguir una mejor forma de esta ecuación, tendremos que hacer muy pequeños los intervalos Δt. Cuanto más pequeños sean, mayor será n, el número de estos intervalos. La mayor precisión se obtiene cuando hacemos que Δt tienda a cero; entonces n tiende a infinito.

Existe el número e (= 2,718) que tiene la propiedad de que e^x es igual al límite de $(1 + x/n)^n$ cuando n tiende al infinito. En nuestro caso, entonces, tendremos $\lim (1 - \lambda t/n)^n = e^{-\lambda t}$. Utilizando esta forma exponencial, podemos escribir la ley de desintegración como $N = N_0 e^{-\lambda t}$. Si N_0 es el número original digamos que de átomos de uranio en una muestra formada hace algún tiempo y λ es la proporción de átomos de U que se desintegran cada segundo, entonces N será la cantidad de átomos de uranio que quedarán al finalizar el tiempo t.

Sigue un planteamiento más riguroso del problema. Supongamos que comenzamos con A_0 átomos de un elemento radiactivo con una constante de desintegración λ_1. Sea A la cantidad de átomos del elemento padre presente en cualquier momento t a partir de entonces. La tasa de desintegración será

$$\frac{dA}{dt} = -\lambda_1 A \qquad \text{(a)}$$

escribiendo esto en la forma

$$\frac{dA}{dt} = -\lambda_1 dt \qquad \text{(b)}$$

se puede ver que la solución estará en la forma

$$\ln A = -\lambda_1 t + K \qquad \text{(c)}$$

donde ln denota logaritmo de base e, y K es una constante que se puede determinar en base de las condiciones de los límites que se dan más abajo. En todo el trabajo, ln se referirá a logaritmos naturales de base e, y log a logaritmos de base 10.

La ecuación (c) se puede escribir

$$A = e^{-\lambda 1 t} + K \qquad \text{(d)}$$

En el instante t = 0, A = A_0, por lo que

$$A_0 = e^K \qquad (e)$$

y

$$A = A_0 e^{-\lambda 1t} \qquad (f)$$

El número de nuevos átomos que se han formado a partir de A hasta cualquier instante t es

$$B = A_0 - A = A_0(1 - e^{-\lambda 1t}) = A(e^{-\lambda 1t} - 1) \qquad (g)$$

Este es el número de átomos del elemento B de la serie que tenemos en el instante t solo si B no es radiactivo. Si B es radiactivo, entonces

$$\frac{dB}{dt} = \lambda_1 A - \lambda_2 B \qquad (h)$$

Se puede ver, sustituyendo en (h), que la solución de esta ecuación es

$$B = \frac{A_0\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}(e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t}) = \frac{A\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}\left[1 - e^{(\lambda_1-\lambda_2)t}\right] \qquad (i)$$

De manera similar, si el tercer elemento de la serie es radiactivo

$$\frac{dC}{dt} = \lambda_2 B - \lambda_3 C \qquad (j)$$

$$\left[C = A_0\lambda_1\lambda_2 \frac{(e^{-\lambda_1 t})}{(\lambda_3 - \lambda_1)(\lambda_2 - \lambda_1)} + \frac{(e^{-\lambda_2 t})}{(\lambda_1 - \lambda_2)(\lambda_3 - \lambda_2)} + \frac{(e^{-\lambda_3 t})}{(\lambda_1 - \lambda_3)(\lambda_2 - \lambda_3)}\right] =$$

$$A\lambda_1\lambda_2\left[\frac{1}{(\lambda_3 - \lambda_1)(\lambda_2 - \lambda_1)} + \frac{e^{(\lambda_1-\lambda_2)t}}{(\lambda_1 - \lambda_2)(\lambda_3 - \lambda_2)} + \frac{e^{(\lambda_1-\lambda_3)t}}{(\lambda_1 - \lambda_3)(\lambda_2 - \lambda_3)}\right] \qquad (k)$$

No importa lo larga que sea la serie, la forma de la ecuación diferencial será

$$\frac{dM}{dt} = \lambda_m M - \lambda_n N \qquad (l)$$

en la que M y N son el número de átomos de dos miembros sucesivos de la serie presentes en cualquier instante t, y λ_m y λ_n son sus constantes de desintegración. El número de átomos de N será

$$N = A_0(F_1e^{-\lambda_1 t} + F_2e^{-\lambda_2 t} \ldots F_ne^{-\lambda_n t}) = AF_1 + F_2e^{(\lambda_1-\lambda_2)t} \ldots + F_ne^{(\lambda_1-\lambda_n)t} \quad (m)$$

$F_1, F_2, F_3, \ldots, F_n$ son los coeficientes constantes de los términos $e^{-\lambda_1 t}$ en la ecuación (k). Estas ecuaciones se pueden simplificar si λ_1 es mucho más pequeña que cualquiera de las otras constantes de desintegración en la serie. En este caso, después de un tiempo suficiente largo para que $\lambda_2 t$ sea mucho más grande que la unidad, (i) se transforma en

$$B \approx \frac{\lambda_1 A}{\lambda_2} \quad (n)$$

De manera similar, (k) se transformará en

$$C \approx \frac{\lambda_1 A}{\lambda_2} \quad (o)$$

y por analogía, para cualquier elemento N excepto el producto final de la serie,

$$N \approx \frac{\lambda_1 A}{\lambda_n} \quad (p)$$

El producto final P no es radiactivo. Por lo tanto, λ_p es 0, que no es grande comparado con λ_1.

El significado de «la aproximación $\lambda_n t$ es mucho mayor que 1» se puede ver si observamos la relación de λ_n con la correspondiente vida media de un elemento, $T^{1/2}$. En t = $T^{1/2}$ (f) deviene

$$A = A_0e^{\lambda_1 T1/2} \quad (q)$$

Despejando $T^{1/2}$,

$$T^{1/2} = \frac{\ln 0{,}5}{-\lambda_1} = 0{,}69315\lambda_1^{-1} \quad (r)$$

Esta relación entre $T^{1/2}$ y la constante de desintegración se aplica a todos los elementos radiactivos. Por tanto, «la aproximación $\lambda_n t$ es mucho más grande que 1» significa que $0{,}69315t/T_n$ excede muchísimo a la unidad, o que han transcurrido muchas vidas medias del elemento bajo consideración. Ya que las vidas medias de todos los elementos intermedios en las series del uranio y del torio son pequeñas en comparación con las vidas medias de los elementos cabeza de serie, esta es generalmente una buena aproximación.

Para hallar la cantidad del producto final presente, es suficiente el considerar que el número total de átomos presentes en cualquier momento (sin contar los núcleos de helio formados) debe ser siempre igual al número presente originalmente:

$$A_0 = A + B + C \ldots + N + P \qquad \text{(s)}$$

Resolviendo esto para P y empleando (f) y (p) para simplificar el resultado,

$$P = A_0 - A - B - C \ldots - N$$

$$\approx Ae^{\lambda_1 t} - A - \frac{\lambda_1 A}{\lambda_2} - \frac{\lambda_1 A}{\lambda_3} \ldots - \frac{\lambda_1 A}{\lambda_n}$$

$$= A(e^{\lambda_1 t} - 1 - \lambda) \qquad \text{(t)}$$

en la que λ es la fracción de los elementos en las etapas intermedias de desintegración. Después de que ha transcurrido suficiente tiempo, λ tiende al valor

$$\lambda = \sum_{m=2}^{m=n} \frac{\lambda_1}{\lambda_m}$$

lo que es una cantidad muy pequeña para las series del uranio y del torio ($\lambda \approx 0{,}74 \times 10^{-4}$ para la serie del U^{238}), o $P = A(e^{\lambda_1 t} - 1)$.

La ecuación (t) se puede resolver para t, lo que da

$$t = \lambda_1^{-1} \ln(1 + \frac{P}{A} + \lambda) \qquad \text{(v)}$$

Si $(P/A) + \lambda$ es menor que 1, el término log puede expandirse como una serie infinita,

$$t = \lambda_1^{-1}\left[(1+\frac{P}{A}+\lambda)+\frac{1}{2}(1+\frac{P}{A}+\lambda)^2+\frac{1}{3}(1+\frac{P}{A}+\lambda)^3...\right] \qquad (w)$$

Cuando P/A es mucho menos que 1 pero mucho mayor que λ, el tiempo t es aproximadamente

$$t \approx \frac{P}{\lambda_1 A} \qquad (x)$$

Así, las ecuaciones de desintegración son:

$$N(Pb^{206}) = N(U^{238})(e^{\lambda_{238}t} - 1);$$
$$N(Pb^{207}) = N(U^{235})(e^{\lambda_{235}t} - 1);$$
$$N(Pb^{208}) = N(Th^{232})(e^{\lambda_{232}t} - 1);$$

y

$$\frac{N(Pb^{207})}{N(Pb^{206})} = \frac{N(U^{235})}{N(U^{238})} = \frac{(e^{\lambda_{235}t} - 1)}{(e^{\lambda_{238}t} - 1)}$$

N representa el número de átomos presentes ahora.

Si D* representa el isótopo hijo formado por desintegración radiactiva, el número de átomos del isótopo hijo formado por desintegración radiactiva al cabo de un tiempo t será $D^* = N_0 - N$ (= la diferencia entre el número inicial de átomos padres y el número de átomos padres que aún existen en el tiempo t). Esto puede reescribirse como $D^* = N_0 - N_0^{-\lambda t} = N_0(1- e^{-\lambda t})$. Como ejemplo, tomemos el caso del U^{238} desintegrándose a Pb^{206}, o del Th^{232} desintegrándose a Pb^{208}. Si hubiera U_0^{238}, Pb_0^{206}, Th_0^{232} y Pb_0^{208} presentes cuando empezó la desintegración, en el presente tendríamos la siguiente cantidad de plomo en la muestra, suponiendo que no hubiera habido diferenciación ni contaminación:

$$Pb^{206}_{ahora} = Pb^{206}_0 + U^{238}_0(1 - e^{-\lambda_{238}t}) \qquad (1)$$

ó

$$Pb^{208}_{ahora} = Pb^{208}_0 + Th^{232}_0(1 - e^{-\lambda_{232}t}) \qquad (2)$$

Supongamos que de alguna manera podemos conocer las cantidades U_0^{238} y Pb_0^{206}, entonces se pueden solucionar estas ecuaciones para obtener el tiempo t desde que quedó mineralizada la roca en que se hallan el plomo y el uranio. Las ecuaciones para las otras series radiactivas que se utilizan en dataciones radiométricas son similares a estas.

Brevemente expuesto, esta es la manera convencional mediante la que se halla una edad radiométricamente.

B. EVALUACIÓN DE LA DATACIÓN POR URANIO-TORIO-PLOMO

Desde la determinación de supuestas fechas de diez minerales por parte de Boltwood en 1907, los principales relojes para la medida del tiempo geológico utilizados hasta el presente han sido las series del uranio (U) – torio (Th) – plomo (Pb). Se cree que estas series constituyen tres relojes independientes: El U^{238} se desintegra a través de varios elementos hasta producir Pb^{206} y 8 núcleos de helio; el U235 produce Pb^{207} y 7 núcleos de helio; y el Th^{232} produce Pb^{208} y 6 núcleos de helio.

1. Las suposiciones de los «relojes» U-Th-Pb

A fin de que estas familias de desintegración radiactiva puedan dar la edad de un mineral (el tiempo transcurrido desde que el mineral cristalizó) se deben conocer los siguientes datos:

a) Se deben determinar las vidas medias del U y del Th. Estas cantidades pueden ser determinadas en el laboratorio. Henry Faul dice: «La mayor parte de las constantes de desintegración tienen unos errores asignados de un 2% o menos (desviación característica), pero la incertidumbre en la tasa de desintegración en el caso del rubidio-87 es mucho mayor. Los dos valores ahora en uso difieren en un 6%.»[7]
b) Las constantes de desintegración de los minerales radiactivos han de ser constantes en el tiempo. La datación radiométrica se difunde bajo la suposición de que a través de toda la historia de la tierra las tasas de desintegración radiactiva de los varios elementos (los valores de λ) han permanecido constantes. ¿Es ésta una suposición admisible? ¿Es cierto que todos los núclidos radiactivos han seguido un curso rígido de desintegración constante? Recientemente, esto ha sido desafiado por un estudio implicando al C^{14} que consideraremos más adelante cuando tratemos de la datación con C^{14}.

   A cualquier temperatura o presión, las colisiones con rayos cósmicos o con las emanaciones de otros átomos pueden causar cambios diferentes de los de desintegración normal. Parece muy posible que lo que recibe el nombre de «desintegración espontánea» de los elementos radiactivos esté relacionado de alguna manera con la acción de los rayos cósmicos y, si es así, que la tasa de desintegración

[7] *Ibid*., pág, 40-41.

pueda variar de siglo en siglo según la intensidad de los rayos. La evidencia de un intenso cambio en el influjo de rayos cósmicos en sentido creciente es muy favorable a la luz de la investigación del doctor T. G. Barnes del debilitamiento de la intensidad del campo magnético de la tierra.

La mayor parte de los geocronólogos mantienen que los halos pleocroicos dan evidencia de que las constantes de desintegración no han cambiado. Los cristales de biotita, por ejemplo, y otros minerales en rocas ígneas o metamórficas encierran a menudo diminutas trazas de minerales conteniendo uranio o torio. Las partículas α emitidas a alta velocidad por la desintegración de los núclidos interaccionan, a causa de su carga, con los electrones de los átomos que están alrededor, causándoles un frenado hasta que al final se detienen a una cierta distancia de su origen, en el mineral alojante, distancia que depende de su energía cinética inicial y de la densidad y composición del mineral que lo aloja. Cuando al final se detienen produciendo distorsiones y defectos de la red cristalina, generalmente tenemos una decoloración u oscurecimiento.

Cada una de las 8 partículas α que se emiten durante la desintegración del U^{238} a Pb^{206} produce un anillo oscuro en la biotita. Cada anillo tiene su propio radio característico en un mineral determinado (en este caso la biotita). Este radio da la medida de la energía cinética, y de ahí la probabilidad de emisión de la correspondiente partícula α y también la vida media del núclido originario según la ley de Geiger-Nuttall. La ley de Geiger-Nuttall es una relación empírica entre la vida media del emisor α y la penetración en el aire de las partículas α emitidas. Si los radios de estos halos de un mismo núclido variasen, esto implicaría que las tasas de desintegración han variado, e invalidarían estas series como relojes reales. ¿Son constantes los radios de los halos en las rocas, o hay tamaños variables?

La mayor parte de los primitivos estudios de los halos pleocroicos fueron realizados por Joly y Henderson. Joly llegó a la conclusión de que las tasas de desintegración habían variado, en base de sus hallazgos de variación en los radios en rocas de pretendidas pasadas eras geológicas. Este resultado tan negativo fue echado a un lado hábilmente con la declaración de que «se ha hallado suficiente evidencia de radios correctos para diferentes períodos geológicos y suficiente variación en el mismo período como para obligarnos a buscar una explicación diferente a las variaciones observadas por Joly».[8]

El doctor Roy M. Allen realizó mediciones sobre una excelente colección de muestras con halos. Descubrió que «la extensión de los halos alrededor de las inclusiones varía a lo largo de una amplia gama, incluso con el mismo material nuclear

---

[8] Knopf, Alfred, ed. (1931). *Age of the Earth,* Bull. 80, Nacional Research Council, pág. 107.

en la misma matriz, pero todos los tamaños caen en grupos definidos. Mis mediciones son, en micrones, 5, 7, 10, 17, 20, 23, 27 y 33».[9]

La mayoría de los recientes estudios los ha realizado Robert V. Gentry. Gentry halla también variaciones en los halos, que le han guiado a concluir que las tasas de desintegración no han sido constantes en el tiempo.[10]

Incidentalmente, Gentry apunta a un argumento muy convincente para una creación instantánea, por *fiat*, de la Tierra. Señala en sus estudios de los halos: «Se ve así que los núclidos de vida media corta del polonio, bismuto o plomo fueron incorporados como núcleos de halos en el instante de la cristalización de la mica y que existió una cantidad significativa sin los núclidos anteriores a ellos en las series del uranio. Para el Po^{218} (con una vida media de 3 minutos) sólo hubieran podido transcurrir unos pocos minutos entre la formación del Po^{218} y la subsiguiente cristalización de la mica; de otra manera el Po^{218} se habría desintegrado antes, y no habría ningún anillo visible. La presencia de este tipo de halos está muy extendida: se han observado uno o más tipos en las micas de Canadá (Precámbricas), Suecia y Japón».[11] El argumento parece muy difícil de refutar.

Así, pues, unos científicos cuidadosos han medido variaciones en los radios de los halos y sus medidas indican una variación en las tasas de desintegración. Las series radiactivas no tendrían en este caso ningún valor como relojes.

c) Se deben conocer las concentraciones iniciales y finales de U y Th en la muestra —ver ecuaciones (1) y (2). La concentración final de U y de Th se puede medir con buena precisión, pero la determinación de U_0 y Th_0 está basada en suposiciones que no parecen ser válidas. Si se diseñan modelos teóricos de nucleosíntesis (formación de los elementos) y de formación de la corteza terrestre, y se conocen las cantidades de Pb^{206}, Pb^{207}, Pb^{208} y He^4 producidas por desintegración en la muestra, se pueden realizar unos cálculos concernientes a las concentraciones iniciales de U y Th en la muestra. Pero esto son tan solo suposiciones.

Echemos un vistazo a las suposiciones que se utilizan para hallar las cantidades originales de Pb. Son muchos los intentos que se han realizado para determinar la composición isotópica exacta del plomo primordial (el plomo originalmente presente cuando se originó la tierra). A continuación veremos una guía de las extrapolaciones más destacadas que intentan determinar las composiciones del plomo primordial y la edad de la tierra. Son tres las que vamos a considerar. El geocronólogo empieza desde

---

[9] Allen, Roe M. The Evaluation of Radioactive Evidence on the Age of the Earth, *Journal of the American Scientific Affiliation,* December, 1952, pág. 18.

[10] Gentry, R. V. Cosmological Implications of Extinct Radiactivity from Pleochroic Halos, *Creation Rescarch Society Quarterly,* 3(2), págs. 17-20, 1966. Hay traducción castellana, Las Implicaciones Cosmológicas de Radiactividad Extinguida Patente en los Halos Pleocroicos, en *Cronometría: Consideraciones Críticas* (Colección Creación y Ciencia, SEDIN/Clie, Terrassa, España 1987), págs. 193-203.

[11] *Ibid.,* pág. 19.

el origen de la tierra (de lo cual no conoce nada) y va moviéndose hacia el presente. Erige sistemas hipotéticos, hace todas las suposiciones que le parecen necesarias, y especula acerca de lo que les podría suceder a estos modelos según transcurre el tiempo.

Evidentemente, el modelo más simple con el que empezar sería suponer una tierra sólida y homogénea. La composición de los varios isótopos de plomo común en un tiempo t sería (utilizaremos como notación del número de átomos de un elemento los símbolos U^{238}, etc.):

$$\left(\frac{Pb^{206}}{Pb^{204}}\right)_t = \left(\frac{U^{238}}{Pb^{204}}\right)_t (e^{\lambda_{238}t} - 1) + \left(\frac{Pb^{206}}{Pb^{204}}\right)_0$$

$$\left(\frac{Pb^{207}}{Pb^{204}}\right)_t = \left(\frac{U^{235}}{Pb^{204}}\right)_t (e^{\lambda_{235}t} - 1) + \left(\frac{Pb^{207}}{Pb^{204}}\right)_0$$

$$\left(\frac{Pb^{208}}{Pb^{204}}\right)_t = \left(\frac{Th^{232}}{Pb^{204}}\right)_t (e^{\lambda_{232}t} - 1) + \left(\frac{Pb^{208}}{Pb^{204}}\right)_0$$

El Pb^{204} es plomo común que no se produce por desintegración radiactiva. λ es la constante respectiva de desintegración, t es el tiempo medido desde el origen del sistema. El subíndice $_0$ indica plomo primordial (o cantidad inicial de aquel plomo). Sobre este modelo tenemos suficiente con decir que está claro que la tierra no es homogénea.

El geocronólogo intenta determinar la época de la formación de los varios depósitos de plomo en la Tierra por los así llamados medios geológicos independientes. Después trata de hallar el desarrollo de la composición isotópica del plomo en su dependencia del tiempo. Pero esto es pura suposición, ya que sus medios geológicos independientes son en realidad dependientes de su suposición *a priori* de la evolución. Esta suposición guía su datación de los sucesos geológicos.

Un modelo más sofisticado, pero aún tan imaginario como el anterior, es el modelo de Holmes-Houtermans. Ellos supusieron que en el tiempo de su formación la Tierra se diferenció en subsistemas, cada uno de ellos con un cociente U/Pb característico. Supusieron además que estos subsistemas permanecieron cerrados, esto es, que estos subsistemas han permanecido sin mezclarse hasta el presente, y que la composición isotópica del plomo en cada uno de ellos se ha desarrollado adicionándose al plomo primordial como función de U/Pb.

Luego, sea t el intervalo de tiempo desde el origen del sistema hasta el presente —la edad de la Tierra. Sea t_1 el tiempo desde que se formó un depósito de plomo en uno de

los subsistemas hasta el presente. Sean los subíndices $_0$ y t_1 los indicadores que designan los cocientes primordiales (o iniciales) y los cocientes en el tiempo de la formación del depósito, respectivamente. Las composiciones isotópicas del plomo en el momento de la formación del depósito, t_1, son entonces:

$$\left[\frac{Pb^{206}}{Pb^{204}}\right]_{t1} - \left[\frac{Pb^{206}}{Pb^{204}}\right]_0 = \left[\frac{U^{235}}{Pb^{204}}\right]_{actual} (e^{\lambda_{238}t} - e^{\lambda_{238}t_1}) \qquad (a)$$

$$\left[\frac{Pb^{207}}{Pb^{204}}\right]_{t1} - \left[\frac{Pb^{207}}{Pb^{204}}\right]_0 = \left[\frac{U^{235}}{Pb^{204}}\right]_{actual} (e^{\lambda_{235}t} - e^{\lambda_{235}t_1}) \qquad (b)$$

$$\left[\frac{Pb^{208}}{Pb^{204}}\right]_{t1} - \left[\frac{Pb^{208}}{Pb^{204}}\right]_0 = \left[\frac{Th^{232}}{Pb^{204}}\right]_{actual} (e^{\lambda_{232}t} - e^{\lambda_{232}t_1}) \qquad (c)$$

Dividiendo la ecuación (a) por la ecuación (b), y considerando que $(U^{238}/Pb^{204})_{actual}$ = 137,7 $(U^{235}/Pb^{204})_{actual}$:

$$\frac{\left[\frac{Pb^{207}}{Pb^{204}}\right]_{t1} - \left[\frac{Pb^{207}}{Pb^{204}}\right]_0}{\left[\frac{Pb^{206}}{Pb^{204}}\right]_{t1} - \left[\frac{Pb^{206}}{Pb^{204}}\right]_0} = \frac{1}{137,7}\left[\frac{e^{\lambda_{235}t} - e^{\lambda_{235}t_1}}{e^{\lambda_{238}t} - e^{\lambda_{238}t_1}}\right]$$

Luego se escribe la expresión a la derecha como

$$Q = \frac{1}{137,7}\left[\frac{e^{\lambda_{235}t} - e^{\lambda_{235}t_1}}{e^{\lambda_{238}t} - e^{\lambda_{238}t_1}}\right]$$

Hay tres incógnitas en la ecuación: t, $(Pb^{207}/Pb^{204})_0$, y $(Pb^{206}/Pb^{204})_0$, ya que t_1 puede ser especificado arbitrariamente. Esta situación es aún imposible, porque la solución para t depende de suposiciones en cuanto a los cocientes primordiales de los isótopos de plomo.

Para ver el proceso mental involucrado aquí, observemos la manera de pensar de Henry Faul cuando escribe: «Si se supone que el sistema solar se condensó a partir de una nube primordial, se sigue de ello que la materia de los planetas, asteroides y meteoritos tienen un origen común. Los meteoritos de hierro contienen algo de plomo, pero sólo trazas infinitesimales de uranio y de torio, y por lo tanto, el plomo no esté contaminado por plomo radiogénico y se puede considerar como una buena muestra de plomo primordial. La tabla 6-1 da una relación de la composición isotópica del plomo extraído de algunos meteoritos de hierro. Estos datos se pueden utilizar ahora como

valores para los términos $(Pb^{207}/Pb^{204})_0$ y $(Pb^{206}/Pb^{204})_0$ en la ecuación de Houtermans, y todo lo que queda por conseguir para permitir el cálculo de la edad de la Tierra es una muestra de plomo de un subsistema cerrado de edad bien conocida.»[12]

De nuevo, existe una constelación de «síes» condicionales y de suposiciones en todo esto. Se puede observar: (A) ¿Quién sabe cómo se formó el sistema solar? (B) La composición y estructura de los propios planetas son radicalmente diferentes. (C) Es cosa cierta que los asteroides son muy diferentes de los planetas. (D) En el viaje de los asteroides a través del espacio, se forma mucha cantidad del Pb en el hierro, no por la desintegración del U y del Th, sino por la incidencia de rayos cósmicos. Así, la determinación del $(Pb^{207}/Pb^{204})_0$ y del $(Pb^{206}/Pb^{204})_0$ por medio de la determinación de Pb^{207}/Pb^{204} y Pb^{206}/Pb^{204} en los meteoritos parece totalmente infiable.

Alpher y Herman erigieron un modelo en el que la fuente de plomo en la corteza terrestre es una mixtura total. En este modelo:

$$Q = \frac{1}{137{,}8}\left[\frac{e^{\lambda_{238}t} - 1}{e^{\lambda_{235}t} - 1}\right]$$

No obstante, aparte de la dificultad de hallar cantidades iniciales mediante el uso de modelos que son puras suposiciones acerca de la primitiva corteza de la tierra, existen también dificultades fundamentales para hallar las cantidades de Pb^{206}, Pb^{207}, Pb^{208} y de He^4 producidos por desintegración por las siguientes razones:

1. Es posible, y muy probable, que no todo el Pb^{206}, Pb^{207}, Pb^{208}, y He^4, los productos de la desintegración del U y del Th, hallados en la muestra, fuera producido por desintegración radiactiva.
2. Hay cambios físicos y químicos que tienen lugar en la corteza de la tierra que no tienen nada que ver con desintegración radiactiva. Por ejemplo, el helio escapa a velocidad muy elevada, de las rocas a la atmósfera. Se ha estimado que se desprenden de unas 10.000 a 100.000 toneladas de helio de las rocas a la atmósfera cada año. Se está transportando U al océano procedente de las rocas a una tasa estimada entre 10.000 a 5.000.000 de toneladas por año.[13] También, los aerolitos, meteoritos y micrometeoritos introducen U y Th en la atmósfera y sobre la superficie de la tierra. Además, el U y el Th son expulsados a la superficie por acción volcánica. Estos cambios afectarán a la exactitud de las mediciones del U y del Th, produciendo así un error en las ecuaciones para el cálculo de edades. Si la

[12] Faul, Henry, *op. cit.*, 65-67.
[13] Holland, G. D., y Kulp, J. L. *Geochim. et Cosmochim. Acta* 5, 197, pág. 214, 1945.

cantidad de U o de Th es más pequeña a causa de estos efectos fisicoquímicos, esto nos dará una apariencia de mayor edad por el datación radiométrica.

Queda claro que existen incertidumbres importantes y posibles errores que pueden guiar a edades vastamente erróneas.

d) No hay duda de que ha habido un gran diferenciación. Muchas de las sales del uranio son solubles en agua, especialmente en agua con oxígeno disuelto bajo presión. Estas sales migran con el agua con mucha rapidez, tanto en la superficie como subterráneamente, hasta que llegan a un medio reductor. Hurley ha observado que los componentes radiactivos del granito se presentan en casi su totalidad en la superficie del grano y pueden ser lixiviados fácilmente del granito. Parece evidente que ha tenido lugar una tremenda diferenciación durante la vida de las rocas.

2. Crítica de los métodos U-Th-Pb

Dejando a un lado por el momento los problemas aparentemente insolubles que se nos presentan en las mismas suposiciones, consideremos ahora los métodos mismos. Estos sistemas ¿nos miden realmente el tiempo? ¿Poseen un índice de tiempo o edad, o se trata de rocas que han existido solo el tiempo suficiente para empezar y nada más? Si la mayor parte del plomo hubiera estado presente en el origen, tan sólo una pequeña parte del mismo sería radiogénico. Esto indicaría que los «relojes» han tan solo comenzado su «tictac». No existen diferencias físicas ni químicas entre el Pb primordial y el radiogénico. Veamos que es lo que los datos nos muestran.

Existen dos clases de «relojes» de U-Th-Pb utilizados ordinariamente como tales: (A) Los minerales ricos en plomo que contienen pequeñas cantidades de U y Th, pero con una gran cantidad de Pb. Se supone que los minerales ricos en plomo (llamados plomos comunes) fueron «alimentados» por la desintegración del U y del Th antes de que terminara la mineralización de la muestra de roca. Así, estos minerales tenían una composición isotópica inicial de plomo, y dicha composición ha cambiado con el tiempo a partir de aquella composición inicial. A continuación se considera un método para comprobar el índice de tiempo para eliminar la necesidad de conocer con precisión las cantidades iniciales de Pb en los minerales. (B) Los minerales ricos en U-Th y que contienen poca cantidad de plomo y llamados minerales radiactivos.

A) Minerales ricos en plomo

El doctor Melvin A. Cook ha presentado un sistema muy ingenioso para determinar si los minerales ricos en plomo son o no «relojes» radiométricos.[14] Para ello utiliza una expresión matemática que contiene un índice de tiempo o de edad (una cantidad que debería cambiar en función del tiempo). Considera la relación de cambio del Pb^{206} respecto el tiempo con la del cambio del Pb^{207} respecto al tiempo, o,

$$Q = \frac{y - y_0}{z - z_0}$$

donde y, y_0 son las relaciones actual e inicial (primordial) de Pb^{206} respecto a Pb^{204}, respectivamente, y z, z_0 son las relaciones actual e inicial de Pb^{207} respecto a Pb^{204}. En lugar de utilizar los valores iniciales de estas relaciones en el instante t = 0, él utiliza las relaciones en un instante arbitrario posterior t_0.

El doctor Cook procedió a realizar una representación gráfica de las relaciones actuales Pb^{206}/Pb^{207} = x frente a Pb^{206}/Pb^{204} = y. Para encontrar y_0 tomó el valor más pequeño de y en esta curva. Ahora se puede hallar z_0 en base de $z_0 = y_0/x_0$, puesto que $(Pb^{207}/Pb^{204})_0 = (Pb^{206}/Pb^{204})_0/(Pb^{206}/Pb^{207})_0$. No importa realmente que dicha parte de y_0 y z_0 pueda proceder de plomo radiogénico producido por desintegración de U antes de que se llegara a estas relaciones isotópicas, porque de todas maneras, según la teoría convencional, todos los valores mayores de "y" y "z" hubieran pasado por y_0 y z_0 en algún momento t_0.

Así, pues, se puede calcular $Q = \frac{y - y_0}{z - z_0}$ para muestras tomadas de la tierra, ya que "y" y "z" pueden calcularse en el laboratorio y y_0 y z_0 se han hallado tal como se ha descrito más arriba. Así, Q incluye un índice de tiempo o de edad en sí, ya que

$$Q = \frac{\Delta y}{\Delta z} = \frac{U_0^{238} - U_1^{238}}{U_0^{235} - U_1^{235}} = \frac{U^{238}}{U^{235}}\left[\frac{U_0^{238}/U^{238} - U_1^{238}/U^{238}}{U_0^{235}/U^{235} - U_1^{235}/U^{235}}\right]$$
$$= \frac{1}{137{,}8}\left[\frac{e^{\lambda_{238}t_0} - e^{\lambda_{238}t_1}}{e^{\lambda_{235}t_0} - e^{\lambda_{235}t_1}}\right]$$

[14] Cook, Melvin A. Utah Engineering Experiment Station, *Bulletin*, 74, n.° 16, 1955.

donde U es el número de átomos de uranio en la actualidad, U_0 el número de átomos en el tiempo t_0 en el pasado (cuando $y = y_0$ y $z = z_0$) y U_1 el número en el tiempo t_1 (el tiempo en que ocurrió la mineralización). Ya que Δy y Δz son las cantidades de Pb^{206} y de Pb^{207} respectivamente debidas tan sólo a desintegración radiactiva, estas cantidades se corresponden de forma precisa con el número de átomos de U^{238} y de U^{235} convertidos por desintegración radiactiva a Pb^{206} y Pb^{207}. Por lo tanto, Q incluye un indicador de tiempo o de edad en sí, ya que

$$Q = 137{,}8\left[\frac{e^{\lambda_{238}t_0} - e^{\lambda_{238}t_1}}{e^{\lambda_{235}t_0} - e^{\lambda_{235}t_1}}\right] \text{ y } \lambda_2 > \lambda_1 .$$

Q debería cambiar con el cambio de t_1, ya que los tiempos en que se mineralizaron las diferentes rocas, según el esquema evolucionista convencional, son radicalmente diferentes. El índice de tiempo debería reflejar la pretendida edad de las varias rocas.

Cuando el doctor Cook (véase su estudio clásico, *Prehistory and Earth Models*[15]) analizó las varias colecciones de datos de diferentes investigadores, todos ellos manteniendo el punto de vista evolucionista en cuanto a la edad de la tierra, encontró que no había ninguna tendencia detectable de que unos minerales ricos en plomo de una época difirieran de los de otra época. El índice de tiempo introducido en la expresión matemática Q hubiera debido cambiar. En base al modelo Holmes-Houtermans, Q debería variar desde 2,5 en rocas ricas en plomo con una edad asignada de 2,5 mil millones de años hasta 5,9 en rocas modernas ricas en plomo. En base al modelo Alpher-Herman, hubieran debido variar desde 5,9 para rocas con una edad asignada de 2,5 mil millones de años hasta 21,5 en una roca moderna.[16] El doctor Cook utilizó datos procedentes del análisis de 500 muestras de edades asignadas ampliamente diferentes, y halló que no había ninguna tendencia definida en el valor promedio de Q. Así, no hay ninguna variación sistemática en absoluto de un tipo de formación o «período» geológico a otro, o de una localidad a otra. Este supuesto índice presenta todos los valores diferentes en muestras que son del mismo supuesto período geológico.

Esto significa que el método de la relación isotópica del plomo para la datación de muestras que contienen minerales ricos en plomo no puede dar edades y que, por tanto, es un método inútil para utilizarlo como «reloj». Los resultados anteriores también se pueden interpretar como significando que las edades de todas las rocas ricas en plomo son demasiado cortas como para haber producido cambios apreciables en Q.

---

[15] Cook, Melvin A. (1966). *Prehistory and Earth Models*. Max Parrish and Co. Ltd,, London, pág. 9.
[16] Ibid., pág. 62.

B) Minerales radiactivos

Una visión crítica de los minerales radiactivos revela un fallo importante y fatal de los pretendidos «relojes» de U-Th-Pb. Las edades (t) se hallan utilizando las siguientes relaciones:

t_1, a partir del Pb^{206}/Pb^{207}, t_2 a partir del Pb^{207}/U^{235}, t_3 a partir del Pb^{206}/U^{238}, t_4 a partir del Pb^{208}/Th^{232}.

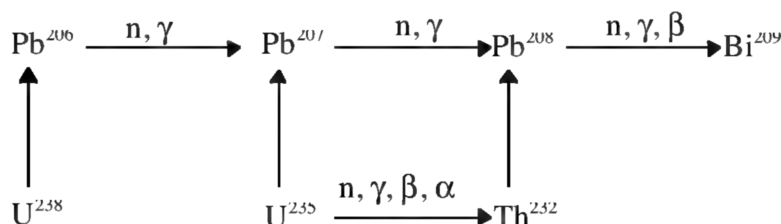
La relación Pb^{206}/Pb^{207} se puede usar para medir el tiempo, ya que la cantidad de Pb^{207} producida en un mineral cada año disminuye mucho más rápidamente que la cantidad de Pb^{206} producida por año. La ecuación de tiempo con la relación plomo-plomo es

$$\frac{Pb^{207}}{Pb^{206}} = \frac{U^{235}}{U^{238}} \frac{(e^{\lambda_{235} t_1} - 1)}{(e^{\lambda_{238} t_1} - 1)}$$

En base a las varias determinaciones de edades, nos encontramos con que $t_1 > t_2 > t_3 > t_4$; ó, si se toma Pb^{208}/Th^{232} como reloj estándar, que Pb^{206}/U^{238} proporciona una edad un 12% más elevada; que Pb^{207}/U^{235} da una edad 18 % más elevada, y que Pb^{206}/Pb^{207} la da un 35% más elevada. Queda en el aire una cuestión crucial: ¿Por qué estos «relojes» dan unas edades tan sustancialmente diferentes?

Se cree que la diferenciación química podría explicar hasta cierto punto la diferencia entre el «reloj» de Pb^{208}/Th^{232} y los otros relojes. El uranio es lixiviado con más facilidad de diferentes materiales radiactivos que el torio, pero ¿por qué los otros relojes han de ser tan radicalmente diferentes?

El doctor Cook ha sugerido que la explicación de esta diferencia entre estas edades se debe a que el Pb^{206} se está convirtiendo en Pb^{207} y Pb^{208} por reacciones neutrónicas.[16] No hay tendencia a la producción de ninguna separación entre los isótopos naturales en la corteza terrestre. Parece ser que la única otra posibilidad de explicar que estos relojes den edades tan diferentes sería mediante reacciones nucleares que transformasen un isótopo de plomo en otro mediante reacciones de los núcleos de plomo con neutrones. Este proceso queda ilustrado de la siguiente manera:



Las flechas horizontales con la notación (n, γ) encima de ellas indican reacciones neutrónicas. Son tres las razones citadas por el doctor Cook para pensar que esta es la explicación correcta.

(1) La edad determinada mediante la relación Pb^{206}/U^{238} es generalmente menor que la determinada mediante Pb^{207}/U^{235} cuando hay reacciones neutrónicas involucradas, a causa de que el bombardeo neutrónico convierte más Pb^{206} a Pb^{207} que Pb^{207} a Pb^{208}. El efecto es muy pronunciado en la relación Pb^{206}/Pb^{207}, dando este «reloj» una «edad» mayor que los otros. Cuanto mayor sea la relación Pb/U y menor la relación Pb^{206}/Pb^{207}, tanto mayor la «edad» de la muestra.

El doctor Cook se refiere también a dos casos muy bien documentados que apoyan su posición. Citando sus propias palabras referentes a estos casos: «Consideremos, por ejemplo, el yacimiento de uranio de Shinokolobwe, en Katanga. En este yacimiento, el Pb^{204} esté muy generalmente ausente, como también el Th^{232}. ¡Pero en este yacimiento hay algo de Pb^{208}! ¿De dónde proviene? La ausencia de Pb^{204} (el plomo no radiogénico) implica que no hay plomo primordial en este yacimiento; aparentemente todo el plomo es radiogénico. Si hubiera habido alguna cantidad de plomo primordial, el constituyente principal sería Pb . Por otra parte, ya que tampoco hay Th^{232}, el Pb^{208} no hubiera podido venir de la desintegración del Th^{232}. Por lo tanto, provino probablemente de la reacción (n, γ): $Pb^{207} + n \rightarrow Pb^{208} + \gamma$».[17] Entonces procede a introducir un factor de corrección en los cálculos de edad para tener en cuenta las reacciones (n, γ) productoras del Pb^{208}. Esta corrección reduce la edad pretendida por la teoría convencional de 600 millones de a–os a casi cero. También sucedió esto con un mineral tomado del lago Martin, en el escudo Canadiense. En este caso, el factor de corrección debido a las reacciones neutrónicas redujo la pretendida edad de 1,7 mil millones de años hasta casi cero.

El método de corrección de estas dos «edades», siguiendo el planteamiento del doctor Cook de este problema, es como sigue:

a) Shinokolobwe, Katanga:
   1. Relación observada $Pb^{206}/Pb^{207} = 94{,}2/5{,}72 = 16{,}5$.
   2. El Pb^{208} estaba presente con una cantidad promedio de 0,08% del plomo total; pero si este 0,08% procedía del Pb^{207} (y no hay ninguna otra fuente), se hubiera debido producir 16,5 veces más de Pb^{207}, o sea, 1,3 % (= 0,08 x 16,5), por la reacción $Pb^{206} + n \rightarrow Pb^{207} + \gamma$ ya que había 16,5 veces más de Pb^{206} que de Pb^{207}.

[17] Cook, Melvin A., Utah Engineering Experiment Station, *Bull.* 74, n° 16, 1955, pág. I8.

3. La relación corregida de $Pb^{206}/Pb^{207} = \frac{(94,2 + 1,3)}{(5,72 + 0,08 - 1,3)} = 21,1$

4. Esta relación corregida nos dice que la edad así corregida debería ser prácticamente cero, puesto que $Pb^{206}/Pb^{207} = 21,5$ para el plomo radiogénico actual.

b) Martin Lake, Canadá:

1. Relación observada $Pb^{206}/Pb^{207} = 90,4/9,1 = 9,9$.

2. Un promedio de 0,53% de Pb^{208} y el suficiente Th para originar menos del 1% del Pb^{208} presente, con lo que nos queda un promedio del 0,52 % de Pb^{208}. Así, si el 0,52% del Pb^{208} procedió del Pb^{207}, se hubiera debido producir 9,9 veces más de Pb^{207}, o sea, el 5,2 % (= 0,52 x 9,9) por la reacción $Pb^{206} + n \rightarrow Pb^{207} + \gamma$, puesto que había 9,1 veces más de Pb^{206} que de Pb^{207}.

3. La relación corregida de $Pb^{206}/Pb^{207} = \frac{(90,4 + 5,2)}{(9,1 + 0,52 - 5,2)} = 20,7$

4. Esta relación corregida vuelve a la del plomo moderno.

Estas condiciones anómalas se han encontrado en casi todas las grandes minas de uranio.

Así, parece que las reacciones (n, γ) cambian la relación Pb^{206}/Pb^{207} de una forma más bien radical, causando que den una apariencia de gran edad. Lo que estos yacimientos indican es que las rocas no han estado ahí el tiempo suficiente para generar productos de desintegración en cantidad apreciable. En lugar de ser la desintegración radiactiva la causante de la producción del Pb «radiogénico», las reacciones neutrónicas pueden dar perfecta cuenta del mismo.

(2) Para comprobar más rigurosamente la idea de que las reacciones neutrónicas han producido cambios en las relaciones isotópicas dando origen a las largas edades de la teoría convencional, el doctor Cook desarrolló otra expresión matemática.[18] A esta ecuación la designó como relación P:

[18] *Ibid.*, Appendix II, pág. iv.

$$P = \frac{\Delta w}{\Delta z} = \left[\frac{U^{238}}{Th^{232}}\right]\left[\frac{e^{\lambda_{238t}} - 1}{e^{\lambda_{235t}} - 1}\right]$$

en la que

$$w = \frac{Pb^{208}}{Pb^{204}},\ y = \frac{Pb^{206}}{Pb^{204}},\ \Delta w = w - c,\ y\ \Delta y = y - a,$$

donde "a" y "c" son los valores de "y" y "w" en algún instante medido hacia atrás desde el presente. Esta relación P debería ser 1 si la teoría convencional es cierta y si la mayor parte del plomo se produce mediante desintegración radiactiva; pero esta relación variaría de infinito (si Th/U tiende a cero) a cero (si Th/U tiende a infinito), según la teoría de reacción neutrónica del doctor Cook. El hecho de que este relación deba ser = 1 en base a la teoría convencional se puede ver rápidamente de la manera siguiente:

$$P = \frac{\Delta w}{\Delta z} = \left[\frac{U^{238}}{Th^{232}}\right]\left[\frac{e^{\lambda_{238t}} - 1}{e^{\lambda_{235t}} - 1}\right]$$

$$= \frac{\left[\frac{Pb^{208}}{Pb^{204}}\right]_{actual} - \left[\frac{Pb^{208}}{Pb^{204}}\right]_0}{\left[\frac{Pb^{206}}{Pb^{204}}\right]_{actual} - \left[\frac{Pb^{208}}{Pb^{204}}\right]_0} \frac{U^{238}(e^{\lambda_{238t}} - 1)}{Th^{232}(e^{\lambda_{232t}} - 1)} = 1$$

por cuanto $$\left[\frac{Pb^{206}}{Pb^{204}}\right]_{actual} - \left[\frac{Pb^{206}}{Pb^{204}}\right]_0 = U^{238}(e^{\lambda_{238t}} - 1)$$

y $$\left[\frac{Pb^{208}}{Pb^{204}}\right]_{actual} - \left[\frac{Pb^{208}}{Pb^{204}}\right]_0 = Th^{232}(e^{\lambda_{232t}} - 1)$$

Si las reacciones neutrónicas juegan algún papel en la producción de Pb, sería de esperar que la relación P variarse de cero a infinito.

Cuando se calcularon las relaciones P de muchas muestras, el doctor Cook halló que P variaba desde cerca de cero hasta el infinito.[19] Por lo tanto, parece eminentemente razonable concluir que los sistemas U-Th-Pb no sirven como relojes, o que nos están dando unos tiempos demasiado cortos como para poderlos medir.

(3) En el aire, la relación N^{14}/N^{15} es de 269. No obstante, la relación de estos isótopos de nitrógeno en minerales radiactivos es de 162. Esto significa que el contenido en N^{15} en estos minerales es superior al del aire. Este sustancial cambio de relación parece ser causado por interacciones neutrónicas, procediendo los neutrones del yacimiento radiactivo. Parece cierto que si las reacciones neutrónicas pueden producir un cambio tan grande en la relación N^{14}/N^{15}, también pueden cambiar de forma considerable la relación Pb^{206}/Pb^{207}.

El doctor Cook afirma que «en un yacimiento masivo de mineral, el nivel del flujo de neutrones sería de una millonésima (o menos) del nivel al que está en una pila experimental de neutrones rápidos. Pero, aun a este bajo nivel de actividad, el flujo de neutrones sería lo suficientemente intenso como para trastornar completamente los relojes uranio-torio-plomo, y generar minerales "de miles de millones de años de antigüedad" a lo largo de unos pocos miles de años».[20]

C. CRÍTICA DEL MÉTODO DEL POTASIO–ARGÓN

El reloj potasio-argón ha sido muy aclamado, y se le supusieron grandes perspectivas, pero últimamente ha caído en malos tiempos. Hay algunas objeciones muy serias en contra del uso de la desintegración potasio-argón como reloj radiométrico. Estas objeciones son a la vez muy perjudiciales para los que sostienen la teoría de la expansión del lecho oceánico ya que su escala de tiempo ha sido calculada principalmente utilizando dataciones con K^{40}/Ar^{40}. Aproximadamente un 11% del K^{40} se desintegra por captura de electrón para formar Ca^{40} (ver la Figura 3-b). El geocronólogo considera al Ca^{40} de poco valor práctico para utilizarlo en geocronología puesto que el calcio común es un elemento muy abundante y que el Ca^{40} radiogénico posee la misma masa que el calcio común.

El potasio está presente en la mayor parte de materiales geológicos, lo que lo haría muy útil si este sistema realmente funcionara.

Para que este sistema pueda funcionar como un reloj, se deben cumplir las siguientes condiciones:

---

[19] *Ibid.*, Appendix II, pág. v.

[20] Cook, Melvin A., y M. Garfield Cook, *Science and Mormonism,* Deseret Books, pág. 182.

1. Se deben conocer con precisión la constante de desintegración y la abundancia del K^{40}.
2. No debe haberse dado ninguna incorporación de Ar^{40} al mineral en la época de la cristalización ni ninguna fuga de Ar^{40} del mineral después de la cristalización.
3. El sistema tiene que haber sido un sistema cerrado tanto para el K^{40} como para el Ar^{40} desde el momento de la cristalización.
4. Se deben conocer las relaciones entre los datos obtenidos y un suceso específico.

En las áreas en las que ha habido tremendas actividades tectónicas, se obtienen valores de edades muy discordantes. Las dificultades asociadas con estos criterios son numerosas y se puede dar una lista de las mismas como sigue:

1. Parece que hay mucha incertidumbre en cuanto a la relación de distribución del K^{40} a Ar^{40} y a Ca^{40}. El valor que se ha utilizado para Ar^{40}/Ca^{40} ha variado de 0,12 a 0,08. Pero, como observa el doctor Cook,[21] el valor no se conoce realmente. El valor observado se encuentra entre 0,11 y 0,126, pero, para poder concordar con las edades mediante K-Ar, que dan una media algo superior a las edades mediante U-Th-Pb, con estas últimas edades, se adopta arbitrariamente el valor 0,8. Sin embargo, esto no remedia la situación, y las edades siguen siendo excesivamente elevadas. Los geocronólogos atribuyen esto a la «fuga de argón».

2. Hay una cantidad excesivamente elevada de Ar^{40} en la tierra para que se haya formado más que una pequeña fracción de dicha cantidad por desintegración radiactiva del K^{40}. Esto es así incluso si la tierra tuviese realmente 4,5 mil millones de años. En la atmósfera de la tierra, el Ar^{40} constituye el 99,6% del argón total. Esta es aproximadamente 100 veces la cantidad que se hubiera generado mediante desintegración radiactiva a lo largo de los hipotéticos 4,5 mil millones de años.[22] Desde luego, esta cantidad no ha sido producida por un influjo desde el espacio exterior. Así, parece que ya al principio había presente una gran cantidad de Ar^{40}. Por cuanto los geocronólogos suponen que los errores debido a la presencia de Ar^{40} inicial son pequeños, sus resultados son sumamente cuestionables.

3. El argón se difunde de mineral a mineral con mucha facilidad. Es muy fácilmente extraído de las rocas por lixiviación y, por ello, puede desplazarse desde las profundidades de la tierra, donde la presión es enorme, y acumularse en cantidades anormalmente elevadas en la superficie, donde se encuentran nuestras muestras de rocas para datación. Todas ellas tendrían argón en exceso debido a este

---

[21] Cook, Melvin A. (1966). *Op cit.*, pág. 66.
[22] I*bid.*, pág. 67.

desplazamiento. Esto las hace parecer más antiguas. Las rocas en las zonas más profundas en la corteza exhibirían esto en menor grado. También, debido a que algunas rocas retienen el Ar^{40} más que otras, algunas rocas mostrarán una edad aparente mayor, otras edades menores, aunque en realidad puedan ser de la misma edad. Si uno fuese a medir la concentración del Ar^{40} como una función de la profundidad, sin duda encontraría más cerca de la superficie que en puntos más profundos debido a que migra con más facilidad desde las zonas profundas de la tierra que de la tierra a la atmósfera. Es muy fácil de ver cómo se obtienen las dilatadas edades mediante el reloj radiométrico K^{40}-Ar^{40}, por cuanto las muestras de la superficie y las cercanas a la superficie contendrán argón debido a este efecto de difusión.

4. Muchas de las rocas parecen haber heredado Ar^{40} del magma del que se derivaron las rocas. Las rocas producto de erupciones en el océano heredan desde luego Ar^{40} y helio, y así, cuando se datan con el reloj K^{40}-Ar^{40}, se obtienen grandes edades para flujos muy recientes. Por ejemplo, unas lavas extraídas del fondo oceánico cerca de la isla de Hawai en una extensión submarina de la grieta oriental del volcán Kilauea dieron una edad de 22 millones de años, cuando el flujo tuvo lugar en realidad hace menos de 200 años.[23]

   Algunos geocronólogos creen que una causa posible del exceso de argón es que el argón se difunde dentro del mineral según va transcurriendo el tiempo. Se pueden haber introducido cantidades significativas de argón en un mineral incluso a presiones tan bajas como un bar.

   Si se han obtenido unas edades tan «desenfrenadas» para lavas almohadilladas, ¿qué conexión con la realidad tendrán las muestras que se han extraído de las profundidades del Atlántico, donde se supone que está teniendo lugar una expansión del fondo oceánico?

5. Se ha descubierto que el potasio es muy móvil bajo condiciones de lixiviación. En una pequeña muestra de un meteorito de hierro se extrajo el 80% del potasio que contenía haciendo pasar una corriente de agua destilada por encima de la misma durante $4^1/_2$ horas. Esto podría desplazar las «edades» a valores tremendamente altos. El agua superficial y movimientos erosivos de agua podrían producir este efecto de manera natural.

---

[23] Hay dos artículos importantes informando de este y de otro caso: *Journal of Geophysical Research,* 17, 1968, págs. 4.601-4.607; *Science*, 162, págs. 265-266, 1968.

6. Las rocas en áreas que tienen una historia geológica compleja presentan muchas grandes discordancias. En una sola roca puede haber minerales portadores de potasio mutuamente contaminantes.

7. Parece haber alguna dificultad para determinar las tasas de desintegración en el sistema K^{40}-Ar^{40} Los geocronólogos utilizan la relación de distribución como una constante semiempírica ajustable que manipulan, en lugar de utilizar una vida media precisa del K^{40}.

D. CRÍTICA DEL MÉTODO DE DATACIÓN MEDIANTE RUBIDIO-ESTRONCIO

Las propiedades geoquímicas del rubidio (Rb) y del estroncio (Sr), son tales que cualquier mineral que contenga Rb^{87} tiene grandes probabilidades de contener Sr^{86} y Sr^{87} heredados así como también Sr^{87} radiogénico producido por la desintegración del Rb^{87}. El isótopo Rb^{87} se desintegra por emisión β produciendo Sr^{87}. La constante de desintegración es incierta, pero el valor comúnmente utilizado es $\lambda = 1{,}39 \times 10^{-11}$/año, haciendo que su vida media sea de 49,9 mil millones de años. Este reloj Rb^{87}–Sr^{87} se emplea en particular en intentos de datar rocas metamórficas. No obstante, su capacidad como reloj es tan dudosa como la de los otros métodos y, considerando las irreales suposiciones que se hacen en el propio punto de partida, no parece en absoluto que sea un reloj. Demos a continuación una vistazo a algunas de las suposiciones y dificultades involucradas.

1. Parece completamente imposible determinar la concentración inicial de los átomos de Sr^{87}. El Sr^{87} es al menos diez veces más abundante de lo que debiera si hubiera sido formado por desintegración del Rb^{87} durante 5 mil millones de años.[24] Esto significa que la mayor parte del Sr^{87} es no radiogénico. No existe realmente una manera válida de determinar cuáles eran las cantidades iniciales de Sr^{87} en las rocas. Hay mucha manipulación de los números y de las ecuaciones para conseguir resultados concordantes con los «relojes» U-Th-Pb. En todos estos relojes radiactivos se hace que todos los métodos den valores que concuerden con la creencia de los evolucionistas en cuanto a la edad de la tierra y las edades de los varios acontecimientos geológicos. La razón de qué los varios métodos de datación den edades similares después de un «análisis» es que se las fuerza a ello. En el caso de las relaciones iniciales Sr^{87}/Sr^{86}, estos valores se pueden ajustar a fin que se pueda obtener cualquier edad deseada.

---

[24] Cook, Melvin A. (1966). *Op. cit.*, pág. 65.

2. En el sistema Rb^{87}/Sr^{87}, la facilidad de difusión del Sr^{87} es completamente ignorada. Si estos elementos pueden migrar, entonces la técnica de datación carece totalmente de valor, ya que no hay manera de decidir las cantidades de Rb y Sr involucradas en el proceso de difusión. Muchos geocronólogos creen que en numerosos casos la roca en su totalidad puede estar cerrada a la difusión del Rb y del Sr, mientras que los minerales individuales de los que la roca está constituida están abiertos a la difusión. Este razonamiento no tiene ni una pizca de lógica. Naturalmente, la razón de esta postura es evitar la dificultad de edades muy discordantes entre análisis de la roca total y análisis de minerales. Cuando se utilizaron minerales individuales de una roca, se obtuvieron edades diversas. Se consideró que estos valores para edades de minerales eran discordantes, por cuanto diferían radicalmente del valor de la edad hallada utilizando la muestra total de roca en lugar de algunos minerales constituyentes. Esto era de esperar en base a la rápida difusión del Sr^{87} en una roca y entre rocas.

3. Las edades Rb-Sr de roca total, consideradas de máxima importancia en geocronología, presentan muchos y graves fallos. Después de explicar cómo se determina la edad de la roca total, examinaremos los fallos.

   Para una roca que contiene los estroncios inicial y radiogénico, la cantidad total de Sr^{87} está dada por:

$$(Sr^{87})_{actual} = (Sr^{87})_0 + (Sr^{87})_{radiogénico}$$

$$= (Sr^{87})_0 + (Rb^{87})_{actual}\,(e^{\lambda t} - 1)$$

   Relacionando el Sr^{87} y el Rb^{87} con el Sr^{86}, ya que lo que realmente se mide es la relación entre los elementos, tenemos:

$$\left[\frac{Sr^{87}}{Sr^{86}}\right]_{actual} = \left[\frac{Sr^{87}}{Sr^{86}}\right]_0 + \left[\frac{Rb^{87}}{Sr^{86}}\right]_{actual} (e^{\lambda t} - 1)$$

   Los subíndices "$_0$" se refieren a las cantidades primordiales. Esta ecuación se puede expresar como y = mx + b, donde $y = (Sr^{87}/Sr^{86})_{actual}$, $x = (Rb^{87}/Sr^{86})_{actual}$, $m = e^{\lambda t} - 1$, $b = (Sr^{87}/Sr^{86})_0$. Esta es la ecuación de la recta, llamada en este caso una isócrona. Cuando se representa gráficamente para diferentes muestras de la misma roca, la pendiente de la isócrona da, supuestamente, la edad de la roca, y la intersección de la recta con el eje Sr^{87}/Sr^{86} da supuestamente la cantidad inicial de Sr^{87}. Bien, hasta aquí parece todo muy bueno, pero este método tiene pies de barro. Aquí tenemos los pies de barro:

a) Con frecuencia hay demasiado Sr^{87} en toda la roca para haber procedido radiogénicamente del Rb a lo largo de varios miles de millones de años, por lo que el Sr^{87} radiogénico representa solamente un pequeño porcentaje del Sr^{87} total, y la necesidad de restar la mayor parte del Sr^{87} introduce un gran error en la medida. En otras palabras, prácticamente toda la muestra puede ser no radiogénica.[25]

b) Para que la técnica isocrónica antes mencionada pueda ser válida, (1) todas las muestras deben tener la misma relación inicial Sr^{87}/Sr^{86}; (2) deben tener todas la misma edad; y (3) el reloj debe haber actuado como un sistema cerrado. Consideremos el criterio de que la roca debería haber sido un sistema cerrado: La difusión de Rb y de Sr y la contaminación de las muestras que incluyen estos elementos puede ocurrir con mucha facilidad; es cosa bastante clara que ninguna de las rocas es un sistema cerrado. La cuestión es inevitable: si ha habido contaminación y difusión ¿cómo pueden decidirse las edades?

   En cuanto a la suposición de que las muestras tenían la misma relación inicial Sr^{87}/Sr^{86}, se deben hacer algunas observaciones pertinentes. Primero, si se supone que hay una distribución uniforme de Sr^{87} en la roca, se supone también que hay una distribución uniforme de Rb^{87}. Pero, naturalmente, esto no lo suponen los geocronólogos ya que según la teoría convencional habría un acumulación de puntos en una posición determinada en una gráfica Sr^{87}/Sr^{86} frente a Rb^{87}/Sr^{86}. A causa de ello no habría ninguna recta o isócrona definida, ni ninguna manera de hallar la relación inicial Sr^{87}/Sr^{86}. Además, si ha habido contaminación, entonces tanto la relación Sr^{87}/Sr^{86} como la relación Rb^{87}/Sr^{86} harán que la ecuación isocrónica dé un valor completamente erróneo para la relación (Sr^{87}/Sr^{86}) inicial, lo que, a su vez, lleva a una edad incorrecta. El doctor Cook ha observado que la obtención de las isócronas se explica mejor como un efecto de variación isotópica natural, ya que se obtienen líneas similares de representaciones gráficas de Fe^{54}/Sr^{86} frente a Fe^{58}/Sr^{86} de las que se sabe que no son funciones del tiempo,[25] ya que estas relaciones no tienen nada que ver con radiactividad, siendo que estos isótopos no son radiactivos. No hay forma de corregir la variación debida a esta variación isotópica natural, puesto que no hay manera de determinarla. Esto demuestra que la serie Rb^{87}/Sr^{87} es inútil como reloj.

4. El Sr^{87} desaparece muchas veces por proceso de intercambio iónico. Son muchas las afirmaciones que se hacen en los escritos de los geocronólogos de que una edad es demasiado alta o demasiado baja. Que una «edad» sea alta o baja depende de lo que se haya supuesto que esta edad tiene que ser. Se da por supuesto que las series del U-Th-

---

[25] De una conversación privada sobre el tema.

Pb dan los valores correctos y se utilizan como pautas. En el datación radiométrica, el evolucionista trabaja en círculo, puesto que todo lo que hace depende de un conjunto de supuestos de los que no se puede conocer validez.

E. CRÍTICA DEL RELOJ DE RADIOCARBONO

1. LA FÍSICA DEL MÉTODO DE DATACIÓN DEL C^{14}

El método de datación mediante C^{14} tiene una gran reputación de exactitud, especialmente para la datación de artefactos arqueológicos y sucesos geológicos relacionados con los mismos. Este método ha granjeado gran fama para su inventor, el doctor Willard Libby. Se le concedió el premio Nobel por su trabajo en este campo. Veamos cómo funciona el método de datación mediante C^{14}. Cuando la radiación cósmica incide en las altas capas de la atmósfera, se producen neutrones como resultado de las colisiones de estos protones de alta velocidad (los rayos cósmicos). Los neutrones producidos como resultado de estas colisiones se mueven a velocidades muy elevadas, y chocan con átomos de N^{14} de la atmósfera, especialmente en la estratosfera. A causa de la colisión con el N^{14}, se produce C^{14}. Este C^{14} es una forma inestable de carbono, su forma radiactiva. La forma no radiactiva más abundante de carbono es el C^{12}. A medida que se va formando carbono radiactivo en la atmósfera, se desintegra y da lugar a N^{14} según la ecuación $(C^{14}/C^{12})_{actual} = [(C^{14}/C^{12})_0\ e^{-\lambda 14t}]$. El intercambio de carbono-14 entre la atmósfera y el organismo tiene lugar continuamente, mientras que el organismo, tal como un árbol o un ser humano, esté vivo. Cuando el organismo muere, este intercambio queda interrumpido. El C^{14} del organismo continúa desintegrándose radiactivamente y la relación C^{14}/C^{12} va disminuyendo más y más con el paso del tiempo. Cada 5.760 años el carbono-14 disminuye a una mitad de su valor. Este es el valor que se ha determinado en el laboratorio. Si, como ejemplo, en el momento de la muerte de un árbol, en el que cesa el intercambio entre el árbol y la atmósfera, había una cierta cantidad de carbono-14 en el árbol, después de 5.760 años la cantidad de carbono-14 será solo la mitad de la original. Se puede desarrollar una ecuación relacionando la relación de carbono-14 a carbono-12 en el organismo en el momento en el que se analiza la muestra con la relación de carbono-14 a carbono-12 que estaba presente en el organismo en el instante de cesación del intercambio con la atmósfera, la vida media del carbono-14, y el tiempo transcurrido desde que cesó el intercambio. Esta ecuación puede luego resolverse para obtener el intervalo de tiempo que se pretende tuvo lugar desde que cesó el intercambio hasta el presente. En realidad no se utiliza la fecha del análisis, sino la fecha de 1950, antes de la introducción de las pruebas atómicas y antes de que la introducción en la atmósfera de grandes cantidades de CO_2 producido por el uso de los carburantes fósiles (carbón, aceite y gas natural) cambiase artificialmente la relación C^{14} a C^{12}.

Ahora bien, la radiactividad del carbono-14 es muy débil e incluso con todas sus dudosas suposiciones el método no es aplicable a muestras que sobrepasen los 10.000 o 15.000 años. En estos intervalos de tiempo la radiactividad del carbono-14 se debilitaría tanto que no se podría medir con el mejor de los instrumentos. Se han hecho afirmaciones de que se pueden efectuar dataciones de hasta 40.000 a 70.000 años, pero parece muy improbable que los instrumentos puedan medir la actividad de pequeñas cantidades de C^{14} como las que estarían presentes en una muestra de más de 15.000 años.

2. SUPOSICIONES

Consideremos algunas de las suposiciones involucradas en este método.

a. Variabilidad de la concentración

Si la concentración de C^{14} en el instante de la muerte del organismo que se está datando fuese diferente de la concentración estándar, la edad determinada no tendrá significado a no ser que conozcamos qué concentración había. Esto parece imposible de determinar. Consideremos los agentes que podrían afectar la concentración de C^{14}.

(1) Bombardeo de radiación cósmica

Si en el pasado hubiera habido una menor producción de carbono-14 debido a un bombardeo de radiación cósmica más débil que el actual, entonces queda claro que $(C^{14})_0$, que representa la cantidad de carbono-14 en el instante en que cesó el intercambio entre la muestra y la atmósfera, sería menor. Si el $(C^{14})_0$ fuese menor que la concentración actual, esto causaría que la edad aparente fuese mayor que la real. Hasta que este punto quede establecido, el valor del método de datación radiocarbónica está en tela de juicio. Algunos investigadores creen que el bombardeo de radiación cósmica proveniente del espacio exterior ha sido constante o no ha cambiado de manera significativa. La radiación cósmica puede haber bombardeado la tierra con mayor o menor intensidad. ¿Quién lo sabe con ninguna certeza? La reseña de un trabajo del profesor T. G. Barnes que se da más adelante indica que ha habido una variación considerable.

(2) La protección atmosférica pudo haber sido proporcionada por:

(a) Una capa de vapor de agua

Los creacionistas creen que una capa de vapor cubrió la tierra antes del diluvio universal. Esta debió ser una parte de la fuente de las aguas del diluvio. Esto también podría explicar por qué la gente vivía más tiempo antes del diluvio: La

tierra estaba protegida de los efectos de envejecimiento de los rayos cósmicos por la acción absorbente de dicha capa. Además, esta capa habría afectado a la datación por C^{14} a causa de que una incidencia menor de rayos cósmicos habría causado una menor formación de C^{14} en la atmósfera.

(b) Protección debida al campo magnético

Recientemente apareció un artículo del profesor Thomas Barnes de la Universidad de Texas en El Paso, que demuestra que el principal campo magnético de la tierra está disminuyendo a gran velocidad.[26] El profesor Barnes supone que el principal campo magnético de la Tierra es generado por corrientes iniciadas en el núcleo fundido de la tierra en el instante de la Creación. Un flujo de partículas cargadas inducirá un campo magnético.[*] La mayoría de los geofísicos creen que el campo magnético principal está provocado por corrientes que circulan en el núcleo. Ahora bien, estos corrientes conllevan una energía. Naturalmente, una carga que pasa por un conductor entrega algo de la energía que posee al desplazarse por el

---

[26] Barnes, T. G., Decay of the Earth's Magnetic Moment and the Geochronological Implications, *Creation Research Society Annual,* June, 1971, págs. 24–29. Para un tratamiento muy extenso de esta cuestión en castellano existe la traducción de un trabajo del mismo Prof. Barnes, *Origen y Destino del Campo Magnético de la Tierra*, de esta Colección Creación y Ciencia, nº 4, publicado por SEDIN/Clie, Terrassa, España 1981.

[*] Naturalmente, esta asunción es rechazada por los «actualistas» que asumen otro modelo: Se cree que el campo magnético tiene su origen debido al movimiento de fluidos en e1 núcleo de 1s Tierra en rotación, y se le bautiza con el nombre de .fluido-0fnamo». Pero hay las siguientes evidencias en favor del modelo del doctor Barnes y en contra del de «fluido-dínamo»:

a) El modelo de los «actualistas» de «fluido-dínamo» no puede explicar las características de simetría axial del campo magnético terrestre.

b) El modelo de «fluido-dínamo» no puede explica el rápido debilitamiento de le intensidad del campo magnético terrestre.

c) No hay ninguna evidencia, sísmica o de otro tipo, que indique ningún movimiento en el núcleo.

d) El hecho de que Mercurio, del que no se esperaba en absoluto la posesión de un campo magnético, lo posea, y que este campo sea dipolar, parecido al de le Tierra. Pero hay la curiosa particularidad de que, según todas las indicaciones, no dispone de ningún núcleo fluido, sino macizo, de hierro, de 3.600 km de diámetro. Citando las palabras de C. Murray en Scientific American, en un artículo publicado como un capítulo del libro *El Sistema Solar* de H. Blume ediciones, página 56:

«Para mí ha sido completamente inesperado el que Mercurio tenga un campo magnético dipolar alineado con su eje de rotación parecido al de la Tierra, aunque más débil. Concediendo que Mercurio tiene probablemente un gran núcleo de hierro, la rotación del planeta es tan lente en la actualidad que, antes del *Mariner* 10, nadie pensaba que se pudiese generar un campo mercuriano mediante un mecanismo de fluido-dínamo similar al postulado para le Tierra (en el que se genera el campo por corrientes eléctricas asociadas a movimientos de fluidos en el núcleo de In tierra en rotación)...

»Aún más, si hay movimiento de fluidos en el núcleo mercuriano capaz de generar el campo magnético observado, ni este movimiento ni el flujo de calor asociado han conducido e deformaciones apreciables de las capas superiores del planeta.»

Al final concluye, después de pasar revista a todas les estériles posibilidades que está dispuesto a admitir:

«Quizá el campo magnético de Mercurio surja de causas no imaginadas» (pág. 57).

Quizá el problema no es que las causas no estén imaginadas, sino que no se quiere aceptar el modelo propuesto por Horace Lamb, y defendido por T. G. Barnes. Porque el mecanismo sugerido por Barnes se adecúa tan bién a Mercurio

conductor, produciendo calor. No parece que estas corrientes en el núcleo de la Tierra puedan autosustentarse y mantenerse durante largas eras con la gran intensidad que hubieran debido tener en el pasado. Las corrientes, con el transcurrir del tiempo, hubieran perdido su energía, y el campo magnético iría debilitándose debido a esta pérdida de energía.

Horace Lamb, durante la década de 1880-90, hizo algunos cálculos referentes a la variación de intensidad del principal campo magnético de la Tierra. Tomó las mediciones que Gauss había efectuado alrededor del año 1835, y otras mediciones después de éstas, y descubrió que el campo estaba debilitándose en función del tiempo. Desde este trabajo de Lamb se han efectuado muchas mediciones que apoyan su hallazgo.

Si se representa gráficamente una curva de la intensidad del campo frente al tiempo, se puede determinar la forma de la función en que se debilita el campo. El doctor Barnes descubrió que el debilitamiento es exponencial. Si el debilitamiento es exponencial, se puede determinar la vida media de la intensidad del campo magnético. El profesor Barnes calculó que esta vida media es de unos 1.400 años. Esto quiere decir que 1.400 años después de que se originara, el campo magnético terrestre tendría $^1/_2$ de su intensidad original. Después de 2.800 años, estaría a $^1/_4$ de su intensidad original ($^1/_2$ de $^1/_2$), y así. Después de siete vidas medias, o 9.800 años, poseería menos de un 1% de su intensidad original.

El campo magnético de la Tierra actúa como escudo contra partículas de muy alta velocidad que podrían causar grandes daños a los organismos vivientes. Si este campo magnético disminuyese en intensidad hasta llegar a prácticamente cero, no habría protección alguna contra estas partículas de alta velocidad, fuese cual fuere el estado de la atmósfera.

Además, hay una energía asociada al flujo de estas corrientes en el núcleo de tierra. No son autosustentantes, y, según parece, no hay manera de influir en la intensidad del campo. La energía asociada con el flujo de las corrientes en el núcleo de la Tierra se disipará en el núcleo en forma de calor. Este calor fluirá del núcleo a otras partes de la Tierra, cambiando el balance de calor en el transcurso del tiempo.

Si se va hacia atrás en el tiempo desde la intensidad actual del campo magnético de la Tierra, que está bien determinada, se puede calcular el calentamiento del pasado por efecto Joule asociado con las corrientes existentes entonces. Estos cálculos muestran que más allá del año 20.000 a.C. estas corrientes, y el calor por el efecto Joule resultante de las mismas, serían tan

---

como a la Tierra. Recomendamos une lectura atenta y crítica de 1a monografía *Origen y Destino del Campo Magnético de la Tierra,* escrita por el doctor Thomas G. Barnes, y perteneciente a esta misma colección. *(N. del T.)*

grandes que el calor generado tendería a separar el núcleo y el manto. Si vamos aún más atrás en el tiempo, pongamos un millón de años, habría tanto calentamiento asociado con estas corrientes, que toda la tierra hubiera quedado destruida por el calor desprendido.

La intensidad del campo magnético terrestre indica que la Tierra no puede ser muy antigua, y desde luego los cálculos del profesor Barnes indican que 20.000 años es un máximo absoluto para la edad de la Tierra.

La evidencia de que el campo magnético de la Tierra se está debilitando rápidamente es de crucial importancia para el método de datación mediante el carbono-14. La intensidad del campo magnético de la Tierra afecta a la incidencia de la radiación cósmica de una manera muy significativa.

Como ya hemos mencionado, la radiación cósmica consiste en protones a alta velocidad moviéndose por el espacio. El campo magnético forma una barrera al influjo de radiación cósmica, y tiende a canalizar la radiación que entra en la Tierra hacia las regiones polares. Si el campo magnético hubiera sido más intenso en el pasado, sería cierto que el influjo de radiación cósmica habría sido menor que en la actualidad. Ello significaría, a su vez, que la producción de neutrones hubiera sido menor en el pasado, y esto a su vez implicaría que las colisiones de estos neutrones con los átomos de nitrógeno hubieran sido menos numerosas, y que la producción de carbono-14 en el pasado hubiera sido menor que en el presente.

Como resultado, cuando en la actualidad se extrae una muestra de la atmósfera, una vez tomadas en cuenta las explosiones de bombas atómicas y de hidrógeno, y otras interferencias que hayan pedido introducir carbono-14 o carbono-12 en la atmósfera, la concentración de carbono-14 en esta muestra sería mayor que la concentración de C^{14} en la atmósfera hace, por ejemplo, 1.400 años, 2.800 años, o 4.200 años. Esto afectaría de una forma muy radical el término $(C^{14})_0$ en la ecuación del tiempo, y evidentemente las edades obtenidas para artefactos arqueológicos, para restos humanos, o para sucesos geológicos asociados con estos artefactos arqueológicos o enterramientos, serían demasiado grandes. Este rápido cambio en el campo magnético presenta una objeción muy seria a la validez de los cálculos en el método de datación por carbono-14.

(3) Contenido en nitrógeno-14

¿Cuál era el contenido en N^{14} en la atmósfera en el pasado? La fuente de suministro de N^{14} hubiera tenido un efecto importante en la producción de C^{14}. Esto introduce una incertidumbre real sin respuestas concretas; por tanto, es muy apropiado poner en tela de juicio las suposiciones realizadas en cuanto al

contenido en N^{14} y los consiguientes efectos en el supuesto contenido de C^{14} en la atmósfera en el pasado.

b. la tasa de desintegración del C^{14} puede haber variado

En este método de datación, como con los otros, se supone que la tasa de desintegración es una verdadera constante. Hay en la actualidad evidencia experimental de que esto no es así.

(1) Campos eléctricos

Se ha hecho variar la tasa de desintegración del Fe^{57} hasta alrededor de un 3% mediante la acción de campos eléctricos. Así, es posible que la tasa de desintegración del C^{14} y de otros isótopos radiactivos puedan haber variado en el pasado debido a condiciones desconocidas.

(2) Impredecibilidad de las tasas de desintegración

En una publicación reciente se ha afirmado que las tasas de desintegración pueden no ser predecibles, en contra de lo que se ha creído hasta ahora.[27] El doctor John L. Anderson efectuó experimentos en monocapas moleculares con C^{14} adicionado. Las radiaciones emitidas no se presentaban en la pauta que supone la teoría clásica. Los hallazgos del doctor Anderson fueron confirmados por investigaciones independientes en el laboratorio de la Comisión de Energía Atómica. Como sucede con todos los nuevos hallazgos que van contra teorías clásicas, hay escepticismo, pero hasta ahora no ha habido ninguna contradicción a los resultados del doctor Anderson. Si sus hallazgos son confirmados por más experimentos, se verá que las tasas de desintegración no son totalmente predecibles. Naturalmente, como ya hemos mencionado, las tasas constantes, o como mínimo predecibles, de desintegración, son la columna vertebral de la datación radiométrica.

c. Equilibrio

Si la Tierra es muy antigua, la tasa de producción de C^{14} en las capas superiores de la atmósfera debido a la radiación cósmica, tal como se ha descrito anteriormente, debería ser igual a la tasa de desintegración. La condición de equilibrio llegaría cuando la tasa de desintegración del C^{14} fuese igual a su tasa de

[27] Anderson, J. L., *Abstract of Papers,* 161st National Meeting, American Chemical Society, Los Angeles, 1971.

producción. Libby y otros que hacen uso del método del carbono-14 con gran confianza creen que se ha llegado a esta condición de equilibrio en la atmósfera de la Tierra, aunque las primeras mediciones de Libby muestran que esto no es así. Se ha calculado que se precisa de 30.000 años para llegar a un estado de equilibrio para el C^{14}.

Si, como los evolucionistas creen, la Tierra tiene miles de millones de años, se hubiera debido llegar al estado de equilibrio en la atmósfera superior hace ya mucho tiempo. Pero hay fuertes evidencias de que esto no es así. El doctor Melvin A. Cook ha desarrollado serias objeciones a las suposiciones de Libby.[28]

Se ha determinado que la tasa de formación de carbono-14 en la atmósfera es de 2,5 átomos por centímetro cuadrado cada segundo, y que la tasa de desintegración del mismo es de 1,9 átomos por centímetro cuadrado cada segundo. Estas dos tasas deberían ser iguales si existiera equilibrio, pero hay una diferencia muy significativa. Una diferencia de 0,6 átomos de carbono-14 por centímetro cuadrado cada segundo significa un 24%. ¿Cómo se puede suponer una condición de equilibrio existiendo una diferencia tan grande? Se han calculado otros valores para estas tasas de producción y de desintegración, e indican diferencias porcentuales aún mayores?[29]

El doctor Cook ha efectuado una comparación entre las edades con equilibrio y sin equilibrio.[30] Suponiendo un estado de no equilibrio, se puede establecer una ecuación diferencial por medio de la cual determinar la edad de la Tierra.[31] Como la evidencia indica, se supone que el C^{14} se está produciendo a mayor velocidad que la de desintegración.

Esta es una condición desequilibrada muy similar a una situación en la que se está llenado un depósito con agua a mayor velocidad de la que se está vaciando. Se puede calcular fácilmente el tiempo que tardará en llenarse el depósito. Lo mismo vale para el C^{14} en la atmósfera de la Tierra. Con unos cálculos similares se puede determinar el intervalo de tiempo que se precisaría para que la atmósfera llegase a la concentración de carbono-14 que presenta en la actualidad. Esto también nos daría la edad de la atmósfera. Tomando el modelo de no equilibrio, el doctor Cook calculó una edad de menos de 10.000 años.[32] Entonces queda claro que la Tierra y sus habitantes no pueden ser más antiguos que lo que marca esta edad. El doctor Cook cree que el comienzo del radiocarbono en la atmósfera

---

[28] Cook, Melvin A. (1966), *op. cit.*, pág. 3.

[29] Cook, Melvin A. (1966), *op. cit.*, pág. 5.

[30] Cook, Melvin A. (1966), *op. cit.*, pág. 9.

[31] Cook, Melvin A. Geological Chronometry, Chronometry, Utah Engineering Station, Bull. 83, 47, n.º 18, 1956, pág. 8.

[32] Cook, Melvin A., Carbon-14 and the Age of the Atmosphere, *Creation Research Society Annual,* june, 1974, págs. 53-56.

parece no haber sido el instante de la creación de la Tierra, sino la época del diluvio, quizá 4.500 años atrás. Cree que toda la atmósfera fue «lavada» hasta quedar limpia de radiocarbono durante el diluvio. Cree también que la mayor parte del carbono en el ciclo antediluviano en la hidrósfera, litósfera, atmósfera y biósfera quedó aparentemente excluido del ciclo por su deposición repentina, junto con todas las especies cuyos representantes tomó Noé en el arca a fin de regenerar la biósfera,

d. Generalmente no se supone ninguna contaminación

Se supone que ni filtraciones ni otros agentes han añadido C^{14} al espécimen que se está datando desde que cesó el intercambio vital. Esta suposición parece completamente inválida. Se ha determinado que los huesos absorben material orgánico, que contiene carbono, de sus alrededores. Se cree que se ha absorbido el suficiente carbono-14 como para que su contenido actual no tenga ninguna relación con el contenido original de C^{14}, y, por lo tanto, las edades aparentes resultan sin significado. No hay manera de determinar si una muestra está libre de carbono extraño o no.

3. SUMARIO DE LA EVIDENCIA RELACIONADA CON EL MÉTODO DE DATACIÓN MEDIANTE CARBONO-14

El método de datación mediante C^{14} es muy dudoso a causa de los muy probables cambios en la tasa de producción de C^{14} en el pasado y a causa del desconocimiento de las tasas de desintegración del pasado. La posibilidad verdaderamente crucial de contaminación es otra dificultad principal. Finalmente, la utilización de un modelo de equilibrio, cuando los datos muestran que esta condición no existe, elimina cualquier posibilidad de llegar a edades correctas con este método.

4

Conclusiones

Al pasar revista a los varios métodos de datación radiométrica, hemos visto que cada uno de ellos está basado en suposiciones cuestionables. Una suposición principal considera las cantidades iniciales de elementos padre e hijo presentes en las rocas. En algunos métodos se establecen hipótesis sobre el origen de la Tierra y de su corteza. En el método uranio-torio-plomo, una hipótesis así es la base para determinar las cantidades iniciales de U y Th.

En el método del radiocarbono se asume que la Tierra ha existido el tiempo suficiente para que el carbono-14 esté en estado de equilibrio. Se adopta esta posición a pesar del hecho de que las tasas medidas de formación y de desintegración difieren por lo menos en un 24%.

En el método U-Th-Pb, además de las suposiciones acerca de las cantidades iniciales de U y de Th, tenemos también las referentes a las cantidades de P^{206}, Pb^{207}, Pb^{208}, y He^{4}, que hubieran podido estar presentes originalmente en las rocas y, por lo tanto, no haber sido enteramente producidos por desintegración radiactiva.

En el método del rubidio-estroncio no se conoce la concentración inicial de Sr^{87}, pero el Sr^{87} es al menos 10 veces más abundante de lo que debería ser si hubiera sido todo formado durante mil millones de años por desintegración radiactiva del Rb^{87}. Ya que estas cantidades iniciales son desconocidas, pueden ser manipuladas por los geocronólogos. Las relaciones iniciales Rb^{87}/Rb^{86} y Sr^{87}/Sr^{86} pueden ajustarse para obtener cualquier edad.

En el método del potasio-argón se supone que el contenido inicial de Ar en la roca no es importante, a pesar de que su abundancia en la litósfera y en la atmósfera es unas 100 veces superior a la cantidad que se habría formado por desintegración del potasio durante 5 mil millones de años.

También en este caso los geocronólogos manipulan el sistema. En el sistema K-Ar no se utiliza la relación observada de distribución de los isótopos hijos (Ar y Ca), sino otro arbitrariamente más pequeño en un esfuerzo por coordinar edades obtenidas por este método con las edades obtenidas mediante U-Th-Pb.

Es necesario conocer las tasas de formación de ciertas cantidades físicas, pero los «actualistas» no consideran la posibilidad de la alteración de estas tasas en el pasado. Por ejemplo, en el método del C^{14}, se puede afectar la velocidad de formación del C^{14} y, por lo tanto, su concentración, a causa de cambios en el influjo de rayos cósmicos, por una

protección atmosférica provista por una capa de vapor, por un campo magnético más intenso en el pasado, y por un contenido diferente de N^{14} en la atmósfera.

Las tasas mismas de desintegración de los minerales radiactivos de vida media prolongada parecen haber cambiado, como lo evidencian los halos pleocroicos. Sabemos que la radiación cósmica puede cambiar las tasas de desintegración, y hay evidencia ahora de que las tasas de desintegración no son tan predecibles como antes se creía. Si las tasas de desintegración han cambiado, las edades aparentes obtenidas por métodos de datación radiométrica no tienen ninguna relevancia para la determinación de las edades verdaderas.

Es poca la atención que se presta a la lixiviación, contaminación y difusión de los elementos involucrados mientras tiene lugar el proceso de desintegración. El helio, un producto de la desintegración del uranio, escapa fácilmente de las rocas, como también lo hace el argón asociado con la desintegración del potasio. Estos elementos se desplazan ascendiendo por la corteza y se concentran en la superficie, de donde se extraen las muestras para datación. El potasio y el uranio están entre los elementos que, en forma de sales solubles, pueden fácilmente ser lixiviados de las rocas por acción del agua. El rubidio y el estroncio también pueden difundirse y quedar fácilmente contaminados. Se admite que en estos métodos de datación los granos individuales de una roca dan diferentes edades. Esto es a causa de la difusión. No obstante, los radiocronólogos no quieren admitir que esto ocurra entre rocas. La contaminación es fácil que ocurra en el método de C^{14}. Sabemos que el argón puede ser «heredado», puesto que las lavas almohadilladas (lavas formadas bajo agua) que se saben recientes han sido datadas como muy antiguas debido a este fenómeno. El argón también puede difundirse a una roca, más fácilmente a unas que a otras.

Las dataciones erráticas obtenidas de las rocas lunares son ejemplos de cómo la contaminación y la difusión pueden invalidar completamente las determinaciones de edades. La contaminación en el sentido físico no es la única causa de que se interprete mal todo este asunto. Por ejemplo, en los métodos U-Th-Pb parecen ocurrir reacciones neutrónicas que «contaminan» los verdaderos productos de la desintegración con isótopos que son idénticos, pero que no tienen su origen en la desintegración.

Cuando se evalúan estos métodos de forma apropiada, vemos que nos dan evidencia de una corta edad para la Tierra. En el caso de los halos pleocroicos, ellos nos dan evidencia de que la corteza de la Tierra fue formada muy rápidamente.[*]

Las correcciones en las series U-Th-Pb de las desviaciones debidas a las reacciones neutrónicas reducen «edades» de miles de millones de años a unos pocos miles de años,

---

[*] Sobre el importante tema de los halos preocroicos, se pueden consultar en castellano los siguientes importantes artículos, aparecidos en el volumen 15 de esta misma Colección Creación y Ciencia, *Cronometría—Consideraciones Críticas*: «Las implicaciones cosmológicas de la radiactividad extinguida patente en los halos pleocroicos», por Robert V. Gentry, págs. 193-204; «Radiohalos en madera carbonificada: Nueva evidencia de una tierra reciente», por Steven J.

debido a que la mayor parte del Pb puede ser atribuido a reacciones neutrónicas y no a desintegración radiactiva.

Sobre la base del estudio del doctor Barnes sobre el debilitamiento del campo magnético de la Tierra, se puede aplicar un límite de 20.000 años a la edad de la Tierra. La intensidad del campo magnético hace 20.000 años hubiera producido el suficiente calor como para separar el manto de la Tierra del núcleo. Yendo más atrás en el tiempo, llegaríamos a una situación (hace un millón de años) en la que la Tierra se vaporizaría debido al calentamiento por efecto Joule de las corrientes causantes del tremendo campo magnético (3×10^{215} tesla) que debería existir entonces. Está claro que la Tierra no puede tener esta edad.

El doctor Cook, empleando el modelo de desequilibrio para el C^{14} en la atmósfera de la Tierra, ha descubierto que se precisaría solamente de unos 10.000 años para conseguir la concentración de C^{14} que existe en la actualidad, suponiendo que no hubiera nada de ello para empezar.

Con la expresión Q, el doctor Cook ha mostrado que, o bien el método de datación mediante isótopos de plomo es inválido, o que la Tierra es demasiado reciente para que hayan habido cambios apreciables en el factor Q para que muestre un índice de tiempo.

En un reciente artículo, Clementson[33] estudió la aplicación de los métodos de datación radiactiva a rocas sedimentarias examinando el asunto por una línea distinta. Clementson investiga las suposiciones básicas de que la desintegración empieza cuando los minerales entran en las rocas que los van a alojar, y llega a la conclusión de que esta suposición es totalmente irrazonable. Los cálculos de Clementson en cuanto a las rocas recientes le llevan a concluir que la desintegración radioactiva en las mismas ya empieza con una edad aparente avanzada. Clementson concluye que «las edades teóricas calculadas a partir de relaciones de isótopos no son las edades de las rocas ni de la tierra, sino simplemente relaciones de los minerales mismos que se originaron en la corteza de la Tierra».[34]

Recientemente se ha publicado una interesante hipótesis referente a las explosiones de tipo supernova que acontecen en el espacio. Citando directamente del artículo: «El resto de aquella explosión local es una pulsar llamada Vela-X (PSR 0833-45) que recientes observaciones han situado en el hemisferio sur a unos 1.500 años luz de distancia, considerándose que la enorme Nebulosa Gum debe su origen a este suceso... Estando tan cerca, el flujo anisotrópico de neutrinos puede haber tenido la característica de modificar todos nuestros relojes atómicos. ¡Esto echaría nuestras medidas de carbono-14, potasio-

---

Connor, págs. 225-232; «El Misterio de los Radiohalos», por Stephen J. Talbott, págs. 205-224. (SEDIN/Clie, Terrassa, España, 1987).

[33] Clementson, Sidney P., A Critical Examination of Redioactive Dating of Rocks, *Creation Research Society Quarterly,* december, 1970, págs. 137-144. Hay traducción castellana, «Examen Crítico de la Datación Radiométrica de las Rocas», en el volumen 15 de esta misma Colección Creación y Ciencia, *Cronometría—Consideraciones Críticas* (SEDIN/Clie, Terrassa, España, 1987), págs. 97-110.

[34] *Ibid.*, Pág. 137.

argón y uranio-plomo a un laberinto sin salida!»[35] Debemos señalar que esta conclusión se basaba en ideas especulativas sobre el posible efecto de los neutrinos en la desintegración radiactiva. No obstante, lo que se resalta es que los métodos radiactivos están basados en la suposición de condiciones uniformes en el pasado, y que esta suposición puede ser completamente inválida.

El escritor de estas líneas oyó a cierta persona asociada con el laboratorio de datación radiocarbónica de la Universidad de Pennsylvania afirmar que las edades que no cuadraban con el concepto evolucionista de la edad de la Tierra y con la cronología geológica eran descartadas como erróneas. Así, los evolucionistas han impuesto su propia filosofía sobre la ciencia en todo lo que concierne a la edad y al origen de las cosas. Hemos oído a astronautas sobre la Luna gritar con entusiasmo que veían al pie de una montaña una roca que por lo menos tenía 3 mil millones de años. ¡Asombroso! ¡Cuán grande es el discernimiento que poseen si pueden simplemente mirar una roca y decirnos su edad! Aquí tenemos una evidencia obvia de que aquello que quieren demostrar ha sido ya adoptado en principio.

Queda claro que la geocronología es un ejemplo de una mezcla de hipótesis, suposiciones, y principios universales imaginarios impuestos. Parece ser que el caso de la moderna geocronología está fundamentado a la manera de la afirmación del Sr. Ilustración en *El Regreso del Peregrino,* de C. S. Lewis: «La hipótesis, mi querido joven amigo, se establece a sí misma por un proceso de acumulación: o, para utilizar el lenguaje popular, si usted hace la misma suposición con la suficiente frecuencia deja de ser una suposición, y se transforma en Hecho Científico... Pero cuando usted haya recibido instrucción científica se dará cuenta de que se puede estar totalmente seguro de toda clase de cosas que ahora le parecen sólo probables».

---

[35] Jueneman, P. B., *Industrial Research,* sept, 1972, pág. 15.